



Е. И. ЕГОРОВ

# Оператору ТЕЛЕАППАРАТУРЫ



**Е. И. ЕГОРОВ**

# **О п е р а т о р у Т Е Л Е А П П А Р А Т У Р Ы**

*(Устройство, настройка и ремонт  
телевизоров)*

**Издательство ДОСААФ  
Москва 1969**

## СОДЕРЖАНИЕ

	Стр
Предисловие . . . . .	3
Основные положения телевизионной техники . . . . .	4
Основные сведения о системе телевидения . . . . .	12
Устройство телевизионного приемника . . . . .	17
Основные узлы телевизора . . . . .	25
Высокочастотный блок (ВЧ) . . . . .	25
Усилитель промежуточной частоты . . . . .	33
Видеотракт . . . . .	36
Блоки синхронизации и развертывающие устройства . . . . .	39
Канал звукового сопровождения . . . . .	52
Блок питания . . . . .	56
Проверка работы телевизора по испытательной таблице . . . . .	57
Отыскание и устранение неисправностей в телевизоре . . . . .	63
Литература . . . . .	72

**Евгений Иванович Егоров**

# ОПЕРАТОРУ ТЕЛЕАППАРАТУРЫ

Редактор Л. А. Енина

Художественный редактор Г. Л. Ушаков

Технический редактор З. И. Сарвина

Корректор В. П. Крылова

Г-64632 Сдано в набор 11/VII-69 г.

Подписано к печати 15/X-69 г. Изд. № 1/5248. Формат 84×108<sup>1</sup>/<sub>32</sub>.

Бумага типографская № 3. Тираж 150 000 экз.

Цена 15 коп. Объем физ. п. л. 2,25=3,75 усл. п. л. Уч.-изд. л. 3,69

Издательство ДОСААФ, Москва, Б-66, Ново-Рязанская ул., д. 26.

Типография Издательства ДОСААФ. Зак. 651.

Москва, Д-424, Волоколамское шоссе, д. 88.

## **ПРЕДИСЛОВИЕ**

Телевидение в наши дни широко распространено. Телевизионные передачи из Москвы и других городов СССР смотрят десятки миллионов людей не только в нашей стране, но и за рубежом.

Большой вклад в дело создания и развития телевидения внесли наши ученые и конструкторы. Нужно упомянуть о приоритете русских и советских ученых в разработке ряда важных для современного телевидения проблем. Среди них А. С. Попов — изобретатель радио, Б. Л. Розинг — пионер электронного телевидения, П. Н. Бахметьев — изобретатель одного из методов приема и передачи движущегося изображения, А. Г. Столетов — исследователь фотоэффекта, Л. А. Кубецкий — изобретатель фотоэлектронного умножителя, С. В. Новиковский, И. Ф. Песьяцкий и другие советские ученые и конструкторы.

Отечественная промышленность выпускает ежегодно миллионы телевизоров. Широкое распространение получили унифицированные модели телевизоров (УНТ) с размерами экрана по диагонали 35, 47 и 59 см. Начат выпуск лампово-полупроводниковых, полупроводниковых телевизоров, а также телевизоров для приема цветного телевидения.

## ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ТЕЛЕВИЗИОННОЙ ТЕХНИКИ

Для того чтобы хорошо усвоить принципы, на которых основана телевизионная передача, необходимо, кроме знания основ электро- и радиотехники, иметь представление о некоторых особенностях человеческого зрения. Одна из них — разрешающая способность глаза. Минимальный угол, под которым глаз может различить две отдельные точки изображения, носит название разрешающего угла и выражается обычно в угловых минутах. Величина, обратная разрешающему углу, называется разрешающей способностью глаза или остротой зрения. Средняя разрешающая способность глаза человека равна единице, то есть разрешающий угол равен 1 минуте.

Если расстояние между элементами (точками) изображения будет меньше разрешающей способности глаза, то эти элементы будут восприняты человеком как один слитный элемент; глаз не различит никаких деталей в пределах одного элемента.

С другой стороны, зрительное впечатление в глазе даже от самого простого объекта создается из совокупности множества отдельных точечных зрительных ощущений. Рассматривая какую-либо картину, рисунок или сцену, мы получаем на сетчатке глаза оптическое изображение каждой их точки. Но, как уже упоминалось выше, чтобы получить четкое целостное впечатление, каж-

дая точка (площадка) изображения и расстояние между ними должны быть по размерам меньше разрешающей способности глаза. Чем сложнее объект или сцена, тем больше имеется в них отдельных элементов изображения (в телевидении они называются элементами разложения), которые должен воспринять глаз и, следовательно, которые должны быть переданы средствами телевидения.

Чтобы получить такую же как на экране кинотеатра четкость телевизионного изображения, его нужно разбить более, чем на миллион элементов разложения. Ясно, что одновременная передача по каналу связи такого количества сигналов пока неосуществима. Поэтому техника телевидения использует третью особенность зрения — инерционность зрительного восприятия, позволяющую создать на экране изображение путем последовательной передачи отдельных его элементов.

Инерционность зрительного восприятия заключается в том, что глаз не мгновенно ощущает воздействие на него света и не сразу перестает чувствовать прекращение его действия. Если импульсы света следуют один за другим сравнительно медленно, то глаз ощущает мигания. С увеличением частоты следования импульсов света глаз не успевает уследить за отдельными вспышками, и создается впечатление, что импульсный источник света имеет постоянную яркость. Частота изменения яркости (вспышек света), при которой исчезает впечатление мерцания света, называют критической частотой. Она зависит от яркости света, но в среднем составляет частоту 40 гц (колебаний в секунду). Глаз при этом воспринимает некоторую среднюю яркость. Следовательно, если какое-либо изображение будет появляться и исчезать с частотой 40 гц и более, то человек воспримет его как постоянное.

Для воспроизведения передаваемого таким способом изображения используется электронно-лучевая трубка, удачно сочетающая свечение экрана с безынерционным переключающим инструментом — электронным лучом трубки. Приемная электронно-лучевая трубка называется кинескопом. При передаче используется другой тип электронно-лучевой трубки — суперорбитроны и видиконы.

Наиболее распространенным и совершенным типом передающей трубки в настоящее время является види-

нон. В самых общих чертах принцип его работы следующий.

Нужное изображение через оптическую систему проецируется на полупроводниковую мишень (см. рис. 1). Эта мишень состоит из полупрозрачной металлической пленки, нанесенной на торец стеклянного баллона трубки. С внутренней стороны металлической пленки нанесена тонкая пленка полупроводника (например, трехсернистая сурьма). Эти пленки замыкаются на металлическое кольцо, к которому подключены сопротивление нагрузки (резистор  $R_n$ ) и источник постоянного напряжения. Кроме того, в трубке имеется электронный прожектор, система отклоняющих катушек и фокусирующая катушка. С их помощью электронный луч, исходящий от прожектора, фокусируется на мишени и передвигается по ней.

При отсутствии освещения участка мишени (т. е. свет на этот участок не падает) полупроводниковая пленка не имеет заряда. Поэтому электронный луч на этом участке не создает вторичной эмиссии (испускания электронов из пленки), следовательно, не возникает и тока в цепи с резистором  $R_n$ . И, наоборот, если данный участок мишени освещен, то на полупроводниковой пленке возникает заряд, который способствует выбиванию вторичных электронов с ее поверхности облетающим мишень электронным лучом прожектора. Выбитые из мишени вторичные электроны попадают на анод трубки. Образуется цепь тока, проходящего через коллектор трубки, землю, источник постоянного напряжения и сопротивление нагрузки. Проводимость освещенных элементов мишени зависит от степени их освещенности: чем выше освещенность, тем больше вторичных электронов выбивает луч, тем ниже внутреннее сопротивление полупроводника, быстрее разряд, больше проводимость. Следовательно, чем выше освещенность данного участка мишени, тем больший ток будет протекать через сопротивление нагрузки и тем большее напряжение сигнала изображения будет на выходе системы.

Отклоняющая система видикона совместно со специальным синхрогенератором (развертка) обеспечивает строго определенное движение электронного луча прожектора по мишени. «Считывающий» изображение луч пробегает строку за строкой и на выходе системы (на ре-



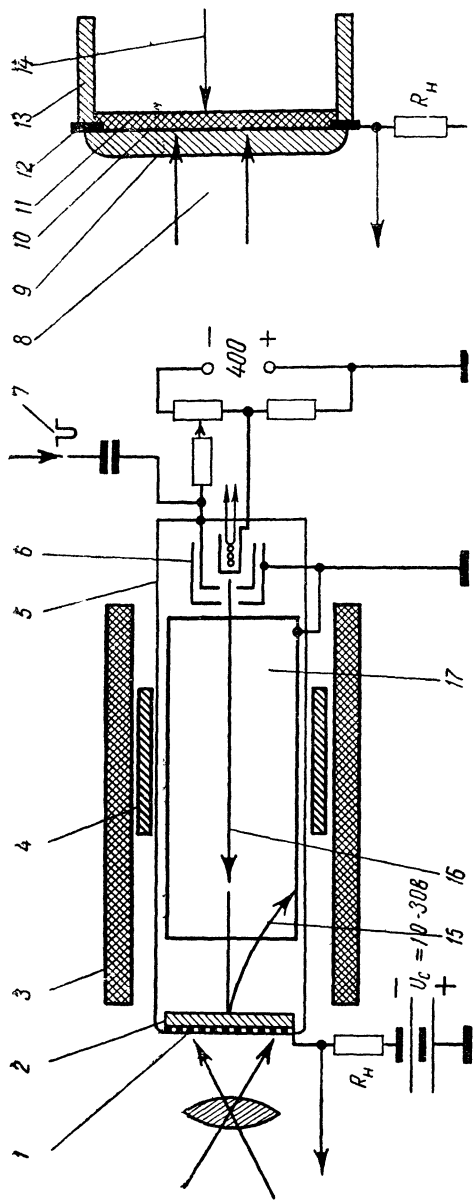


Рис. 1. Схема устройства и включения видикона: 1 — сигнальная пластина; 2 — мишень; 3 — фокусирующие катушки; 4 — отклоняющая катушка; 5 — баллон; 6 — анод; 7 — гасящие импультсы; 8 — свет; 9 — торцовая стена; 10 — сигнальная пластина; 11 — мишень; 12 — металлическое кольцо; 13 — электронная пластина; 14 — электронная пластина; 15 — вторичные электроны; 16 — электронный луч; 17 — коллектор

зисторе  $R_n$ ) в необходимой последовательности возникают импульсы сигнала изображения. Эти сигналы поступают в усилитель, усиливаются им и затем подаются на телевизионный передатчик, транслирующий их в эфир через соответствующую антенную систему.

Для правильного восстановления переданного изображения на приемном конце (т. е. на телевизоре) необходимо, чтобы электронный луч в приемной трубке (кинескопе) двигался синхронно и синфазно с лучом передающей трубки. То есть, если луч в видиконе начинает движение по 5-й строке, то и луч в кинескопе тоже должен начинать передвижение по 5-й строке и закончить это движение по строке одновременно с лучом видикона. Затем оба луча с помощью синхронизирующих импульсов должны быстро перейти к началу следующей (при чересстрочной развертке — седьмой) строки и т. д. Только при этом условии яркость каждой точки изображения на экране будет соответствовать освещенности такой же точки на мишени передающей трубки.

Именно поэтому телевизионный передатчик одновременно с передачей импульсов изображения транслирует специальные строчные и кадровые синхронизирующие импульсы. Для того чтобы синхроимпульсы не искажали изображение, их передают во время обратного хода луча (например, от конца 5-й строки до начала 7-й строки), когда сигнал не приходит. Кроме того, синхроимпульсы передаются на уровне «чернее черного», то есть они должны гасить луч полностью.

Совокупность синхронизирующих импульсов, гасящих импульсов и сигналов изображения — видеосигналов называется полным телевизионным сигналом. Подробно принципы синхронизации рассмотрены ниже.

Совокупность всех технических средств, необходимых для преобразования оптического изображения в электрические сигналы, для усиления и передачи этих сигналов, среда распространения сигналов, средства для обратного преобразования принятых электрических сигналов в видимое изображение называется телевизионным трактом.

Одновременно с телевизионным сигналом обычно с помощью отдельного радиопередатчика транслируется звуковое сопровождение. Естественно, обе передачи ведутся строго синхронно (одновременно). В телевизионном при-

емнике также одновременно воспринимаются и звук, и изображение. После необходимых преобразований и усиления сигналы звука и изображения поступают на свои оконечные устройства, которыми являются громкоговоритель и кинескоп соответственно.

Для того, чтобы получить хорошую четкость изображения нужно передавать очень большое количество (примерно 500 тыс.) элементов его разложения. А чтобы обеспечить реальное воспроизведение движения объектов изображения на экране и избавиться от «мигания» экрана, требуется передавать всю совокупность элементов разложения (полный кадр) за время, меньшее чем инерция зрительного восприятия, то есть примерно за 0,02 сек. Поэтому телевизионный сигнал должен занимать очень широкую полосу частот (5—6 Мгц).

Передачи сигналов с такой широкой полосой можно разместить только в диапазоне ультракоротких волн (УКВ). Но волны УКВ диапазона распространяются по прямой линии, а различные местные предметы (здания, леса, горы и т. п.) являются препятствием для их распространения. Поэтому практически связь осуществляется только в пределах прямой видимости между приемной и передающей антеннами. Кривизна земной поверхности также ограничивает дальность действия телецентра несколькими десятками километров. Только подняв антенну на большую высоту, как например, на телецентре в Останкине, можно обеспечить дальность его действия до 150 км и более.

Другим способом увеличения дальности телецентра служат ретрансляционные станции. Ретранслирующая станция принимает слабый сигнал, усиливает его и через другой телевизионный канал (чтобы избавиться от взаимных помех) снова транслирует его окружающим станциям абонентам. По специальной кабельной линии или по цепочке ретрансляторов в виде радиорелейной линии можно передать телевизионный сигнал на очень большие расстояния. Именно с помощью связывающих телецентры радиорелейных линий мы смотрим телевизионные передачи отдаленных и зарубежных телецентров (например, система «Интервидение»).

В качестве ретрансляторов для обслуживания очень большой площади используют искусственные спутники Земли. Действующая в СССР система «Орбита» обеспе-

чивает обмен телевизионными программами, например, между Москвой и Владивостоком, Парижем и другими городами.

Сигнал от телецентра или ретранслятора распространяется вдоль земной поверхности. Часть лучей, отразившись от земли или местных предметов, попадают на приемную антенну телевизора совместно с основным лучом. Вследствие интерференции (смешивания) лучей на приемной антенне могут возникнуть различные искажения основного сигнала:

- сдвоенное или даже многократное изображение на экране одного и того же объекта;

- сильное уменьшение уровня сигнала и т. п.

Вот почему весьма важным для получения хорошего, устойчивого сигнала телецентра является правильная установка телевизионной приемной антенны (она должна быть направлена на телецентр). Недопустимо, чтобы ее заслоняли какие-либо металлические конструкции или провода, большие здания.

Пользуясь высокой чувствительностью современных телевизоров, в условиях больших городов иногда удается вести прием передачи, направив антенну не на телецентр, а в каком-либо случайном направлении, откуда приходит сильный отраженный от местных предметов сигнал.

Основная задача приемной антенны — принять сигнал от телецентра и пропустить без искажений необходимую полосу частот этого сигнала. Основными параметрами антенны следует считать направленность ее действия, входное сопротивление, коэффициент полезного действия и ширину полосы пропускания.

Направленность действия антенны обычно характеризуется коэффициентом направленного действия, показывающего во сколько раз больше усиливается антенной сигнал, проходящий с определенного направления, по сравнению с ненаправленной антенной. Если к.п.д. антенны равен единице, то коэффициент направленного действия равен коэффициенту усиления антенны. Шириной диаграммы направленности антенны называют угол между направлением максимального усиления антенны и теми направлениями, где усиление антенны обеспечивает на входе приемника сигнал половинной мощности по сравнению с основным направлением.

Входное сопротивление антенны зависит от распределения тока и напряжения вдоль ее проводов. Оно определяется типом антенны и точкой присоединения фидера (фидером называют соединительную линию между антенной и входом приемника), а также степенью согласования фидеров с антенной.

Ширина полосы частот, пропускаемых антенной, определяется степенью изменения входного сопротивления антенны при изменении принимаемой частоты.

Как уже упоминалось, дальность действия линии: телецентр — телевизионный приемник в большой степени зависит от высоты подвеса антенн. Поэтому между антенной и телевизором приходится включать довольно длинную соединительную линию — фидер (коаксиальный кабель). При правильном соединении с антенной такой кабель (он не подвержен воздействию внешних помех) хорошо передает принятый антенной полезный сигнал. Необходимым условием хорошей передачи сигнала является согласование (равенство) так называемого волнового сопротивления кабеля с входным сопротивлением антенны и входным сопротивлением приемника.

В качестве приемных антенн в телевидении применяются самые различные типы антенн. Наиболее распространены: петлевой вибратор, двухэлементные антенны и многоэлементные — типа волновой канал. Антенны делятся на однопрограммные (одноканальные) и многоканальные, то есть обеспечивающие возможность принимать несколько программ телевизионного вещания. Свойства каждой антенны зависят как от собственных параметров и конструкции, так и от симметрирующих устройств.

Необходимо отметить, что качество воспроизведения телевизором программ телецентра во многом зависит не только от точной установки антенны, но и качества соединения антенны с фидером и фидера со входом приемника, а также от качества самого фидера (коаксиального кабеля), который не допускает резких изгибов, сочленения кусков с различным волновым сопротивлением и т. д. Наиболее распространенным типом фидерной линии является коаксиальный кабель с волновым сопротивлением 75 ом. Под этот кабель (например, типов РК-75-4-15, РК-75-9-12 и т. п.) рассчитан вход почти всех телевизоров, а также входное сопротивление промыш-

ленных антенн наружной установки типа АТУ, ТАИ-12, АНТ-2 и др.

Комнатные типовые антенны имеют в своем комплекте соединительную линию, заканчивающуюся штеккером, и поэтому не требуют каких-либо дополнительных элементов. Наиболее распространены комнатные антенны типа КТТА-1 и КТТА-2, КТТА-12 и АТК-1. В некоторых типах телевизоров имеется собственная, встроенная в футляр антенна, которая позволяет принимать передачи на расстоянии 5—6 км от телецентра.

## **ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О СИСТЕМЕ ТЕЛЕВИДЕНИЯ**

Телевизионное вещание в нашей стране ведется в настоящее время по 12 телевизионным (ТВ) каналам, размещенным в метровом диапазоне волн (УКВ) в пределах от 1,32 до 5,67 м или от 48,5 до 230 Мгц в двух поддиапазонах: от 48,5 до 100 Мгц и от 174 до 230 Мгц.

Первый ТВ канал занимает полосу частот от 48,5 до 56,5 Мгц; несущая частота изображения равна 49,75 Мгц (6,03 м), а звукового сопровождения 56,25 Мгц (5,33 м), то есть разность между этими несущими частотами составляет 6,5 Мгц.

Двенадцатый ТВ канал занимает полосу частот от 222 до 230 Мгц.

Ширина полосы каждого из 12 каналов одинакова и равна 8 Мгц. Кроме того, везде соблюдается одинаковая разность между несущими частотами изображения и звукового сопровождения (6,5 Мгц) и всегда несущая частота звукового сопровождения выше несущей частоты изображения. Каждому телевизионному центру выделяются для вещания свои каналы (или канал), чтобы при приеме передач не возникло взаимных помех от других близко расположенных телецентров. Большое строительство сети телевизионных центров в нашей стране вызвало использование практически всех двенадцати ТВ каналов. Именно поэтому одно- или трехканальные телевизионные приемники постепенно были вытеснены 5-канальными (с блоком ПТП) и 12-канальными (с блоком ПТК).

Кроме того, увеличение количества одновременно передаваемых программ привело к полному прекращению выпуска промышленностью телевизионных приемников прямого усиления (типа КВН), у которых обеспечение высококачественного приема нескольких программ и необходимой чувствительности весьма затруднительно.

Для того чтобы принимать на любом телевизионном приемнике передачи любого телецентра, предусмотрен специальный общегосударственный стандарт для основных характеристик телевизионного сигнала. Так же как ключ должен подходить к замку, так и передачи телецентров и параметры телевизионных приемников должны соответствовать требованиям стандарта.

Каковы же основные требования стандарта СССР для черно-белого телевидения?

Полный телевизионный сигнал содержит сигналы изображения, строчные и кадровые гасящие луч импульсы, импульсы, синхронизирующие развертку раstra, а также уравнивающие импульсы (рис. 2).

Сигналы изображения представляют собой электрические колебания, амплитуда (в данном случае величина напряжения) которых изменяется в соответствии с яркостью изображения: максимальная их амплитуда соответствует «черным» сигналам и составляет 75% от максимального уровня телевизионного сигнала, минимальная — соответствует уровню «белого» сигнала, составляющего примерно 12% от максимального уровня ТВ сигнала.

Гасящие импульсы введены в телевизионный сигнал для гашения электронного луча кинескопа во время его обратного хода, то есть движения луча от конца строки или кадра к началу следующей строки или кадра. Поэтому гасящие импульсы расположены в конце строки после сигналов изображения. Уровень гасящих сигналов соответствует уровню «черного» и является границей раздела сигналов изображения и синхроимпульсов.

Все синхроимпульсы передаются, как уже было упомянуто, на уровне «чернее черного», то есть с максимальной амплитудой сигнала. Именно это обстоятельство позволяет надежно синхронизировать движение луча в кинескопе: если телевизионный приемник хорошо принимает сигналы изображения, то тем более он хорошо принимает и синхроимпульсы.

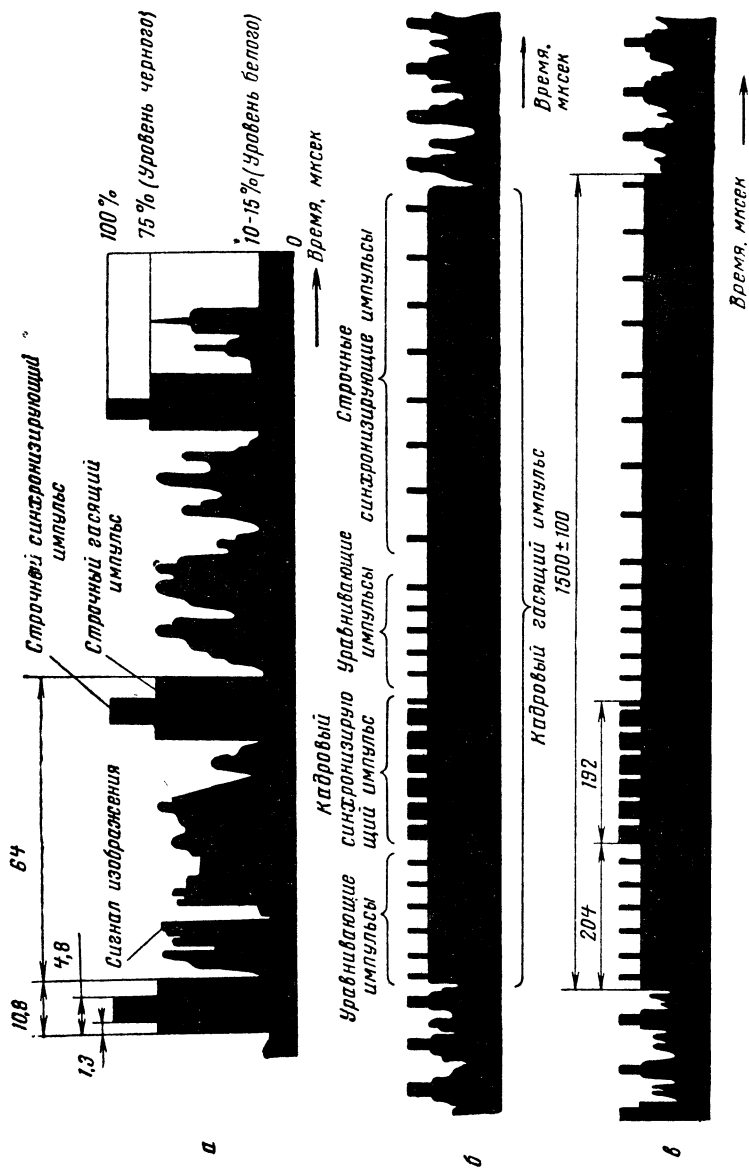


Рис. 2. Форма полного телевизионного сигнала, принятая в СССР для телевизионного вещания: а — в интервале двух строк; б — нечетный полукадровый импульс; в — четный полукадровый импульс



Строчные синхрои́мпульсы повторяются с частотой строчной развертки и управляют началом обратного хода луча в конце каждой строки. Поскольку они следуют несколько позже гасящих импульсов, уровень сигнала изображения на них не влияет.

Кадровые синхрои́мпульсы повторяются с частотой, равной удвоенной частоте следования кадров, так как каждый кадр передается в виде двух полукадров (через-строчная развертка). При этом первый полукадр состоит из нечетных строк разложения, а второй — из четных. После передачи всех нечетных строк изображения следует относительно длительный кадровый синхрои́мпульс. Этот импульс начинается с середины строчного интервала. Он хорошо просматривается на экране телевизора, когда сбита установка ручки настройки частоты кадров и кадры «бегут».

После передачи всех четных строк изображения, то есть всего кадра, следует кадровый импульс, совпадающий с концом строчного интервала.

Кадровые синхрои́мпульсы также расположены выше уровня гасящего кадрового импульса. Кроме того, за время передачи гасящего кадрового импульса передаются так называемые уравнивающие импульсы. Они расположены перед каждым кадровым синхрои́мпульсом и после него. Эти импульсы (по шесть с каждой стороны от кадрового синхрои́мпульса) передаются с удвоенной строчной частотой и способствуют правильному расположению друг относительно друга строк разных полукадров изображения. Наконец, в кадровом синхрои́мпульсе имеются разрывы, следующие с частотой строчной развертки. В результате обеспечивается устойчивая синхронизация генератора строчной развертки телевизора.

Суммируем вкратце основные характеристики телевизионного стандарта СССР:

число строк разложения — 625;

минимальное число активных строк — 575;

разложение изображения — чересстрочное;

направление разложения изображения по строкам — слева направо, по кадрам — сверху вниз;

номинальная полоса видеочастот — 6 МГц;

ширина радиоканала для передачи телевизионной программы — 8 МГц;

полярность модуляции изображения — негативная,

то есть уменьшение яркости изображения вызывает увеличение мощности излучаемого сигнала и наоборот, увеличение яркости — уменьшение мощности;

уровень напряжения сигналов изображения от 12,5 до 75% от максимального сигнала;

длительность строчного гасящего импульса — 10,8 мксек;

длительность строчного синхроимпульса — 4,8 мксек;

длительность кадрового гасящего импульса — 1540 мксек;

длительность кадрового синхроимпульса — 192 мксек.

Все телевизионные приемники рассчитаны на прием сигналов, соответствующих стандарту. Однако по своим параметрам, конструкции и внешнему оформлению они разделяются на три класса, характеризующих качество воспроизведения сигнала, размер экрана и т. п. (табл. 1).

Таблица 1

Показатели или технические требования	Класс телевизоров		
	I	II	III
Номинальный размер изображения по диагонали экрана кинескопа, мм	530 и более	430	350
Чувствительность <sup>1</sup> не хуже, мкв	50	100	275
Разрешающая способность <sup>2</sup> (по таблице 0249) по всему полю изображения:			
— по горизонтали, не менее, строк	500	450	350
— по вертикали, не менее, строк	550	500	450
Контрастность <sup>3</sup> в крупных деталях изображения	40 : 1	30 : 1	30 : 1
Дистанционное управление громкостью и яркостью	обязательно	не обязательно	

<sup>1</sup> Чувствительность — наименьшее напряжение телевизионного сигнала на входе приемника, необходимое для получения нормального изображения и звукового сопровождения.

<sup>2</sup> Разрешающая способность — максимальное число визуально (зрительно) различимых линий по всей ширине вертикального и горизонтального клина на испытательной таблице, либо по всей длине ступени групповой четкости.

<sup>3</sup> Контрастность — отношение двух наиболее разнящихся по яркости элементов изображения, т. е. максимально черного к максимально белому.

Контрастность должна измеряться при отсутствии внешнего освещения. Лучшая контрастность облегчает получение представления о степени различия яркости отдельных частей изображения. Прямо связана с контрастностью максимальная яркость, то есть наибольшая яркость, которую можно получить на экране телевизора с заданным уровнем «черного» при различной строчной структуре и отсутствии внешнего освещения

## УСТРОЙСТВО ТЕЛЕВИЗИОННОГО ПРИЕМНИКА

Все типы телевизионных приемников можно разделить на две основные группы: это телевизоры прямого усиления (типа КВН-49) и супергетеродинные. Поскольку наиболее распространенными являются супергетеродинные приемники (то есть приемники с преобразованием высокочастотного сигнала по частоте в стандартную промежуточную частоту), разберем принцип работы именно этого типа телевизора.

Небольшая часть супергетеродинных приемников (например, «Т-2 Ленинград», «Север», «Темп» и «Темп-2», «Старт» и «Старт-2» и некоторые другие) является двухканальными, то есть усиливающими сигналы изображения и сигналы звука раздельно. Обобщенная блок-схема такого рода телевизионных приемников показана на рис. 3.

Остальные телевизоры одноканальные, то есть усиление по промежуточной частоте и сигналов изображения и сигналов звукового сопровождения производится одновременно, а выделение сигналов звукового сопровождения осуществляется с помощью разностной частоты, равной 6,5 Мгц. На рис. 4 изображена блок-схема одноканального телевизора, соответствующая с некоторыми принципиальными различиями почти всем современным телевизионным приемникам.

Телевизионный сигнал, принятый антенной, поступает через фидер на высокочастотный блок ПТК (переключатель телевизионных каналов). Блок ПТК, так же как ранее выпускавшийся блок ПТП (переключатель телевизионных программ), состоит из двух основных каска-

дов: усилителя высокой частоты и преобразователя (смесителя и гетеродина). Именно в блоке ПТК осуществляется переключение и настройка приемника на выбранный телевизионный канал, усиление принятых сигналов изображения и звукового сопровождения и преобразование частот этих сигналов в промежуточные частоты.

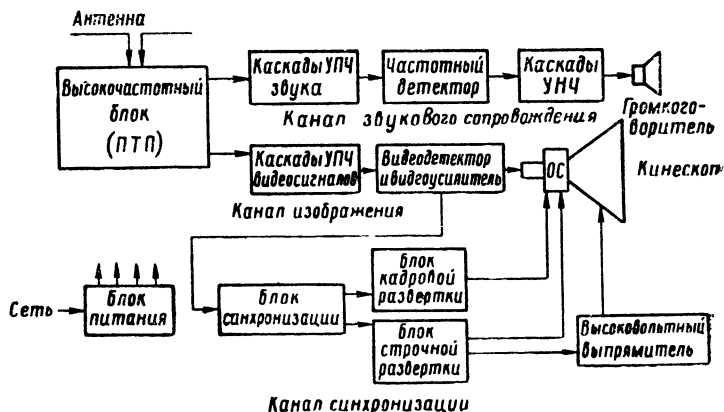


Рис. 3. Упрощенная блок-схема двухканального супергетеродинного телевизионного приемника

Одинаковая частота сигналов на выходе блока ПТК значительно облегчает задачу их усиления в блоке промежуточной частоты. Поэтому усилитель промежуточной частоты состоит не более, чем из трех каскадов.

Усиленный сигнал поступает на видеодетектор, где выделяется видеосигнал и, в результате биений промежуточных частот изображения и звукового сопровождения, отделяется также сигнал с разностной частотой 6,5 Мгц. В ряде телевизоров этот сигнал сразу поступает в канал звукового сопровождения, в большинстве — это отделение производится на выходе видеоусилителя, являющегося окончательным каскадом усиления видеосигналов. Здесь полный телевизионный сигнал как бы делится на составляющие его части:

собственно видеосигнал, поступающий совместно с синхросмесью (как называют довольно часто совокупность синхронизирующих и гасящих импульсов) на кинескоп;

Канал звукового сопровождения

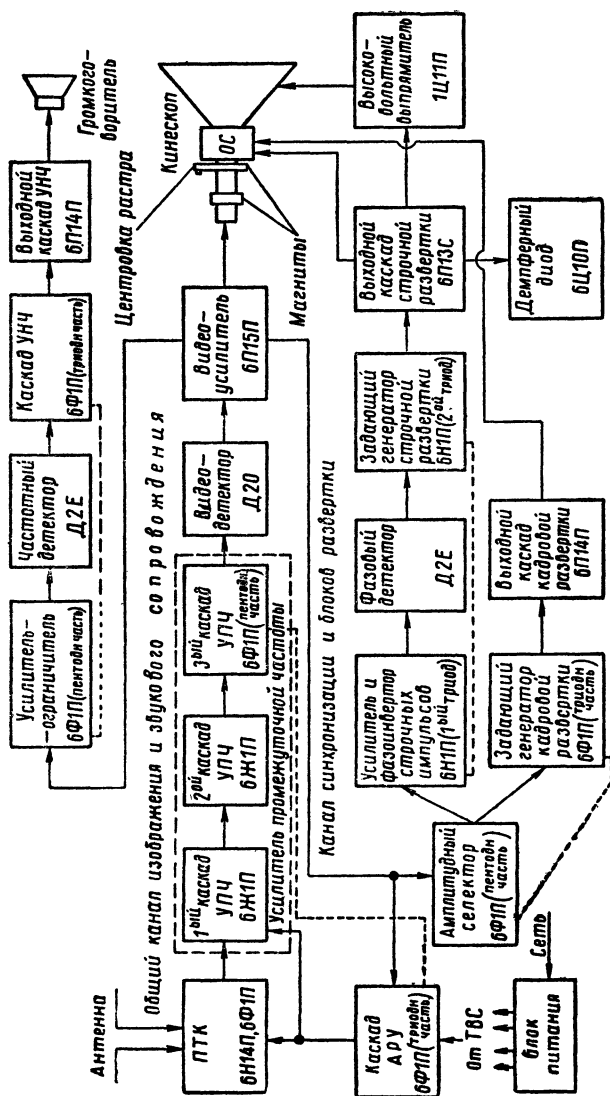


Рис. 4. Блок-схема многопрограммного одноканального супергетеродинного телевизора (типа «Рекорд-64»)

сигнал звукового сопровождения;

синхронизирующие импульсы, поступающие в канал синхронизации и блоки разверток.

Звуковое сопровождение в телевизионной передаче осуществляется с помощью частотной модуляции разностной частоты 6,5 МГц, являющейся второй промежуточной частотой звука. Канал звукового сопровождения состоит из нескольких каскадов. Поскольку применен метод частотной модуляции, обеспечивающий лучшее звучание и более простую развязку сигналов звукового сопровождения и изображения, первыми каскадами канала являются усилитель-ограничитель и частотный детектор. Усилитель-ограничитель ограничивает изменение величины (амплитуды) сигнала, являющейся паразитной при частотной модуляции. В качестве детектора обычно применяют дискриминатор или дробный детектор. Полученный на выходе детектора сигнал усиливается обычными усилителями низкой частоты. Как правило, оказывается достаточным два каскада УНЧ, на выходе которых включен динамический громкоговоритель (или несколько громкоговорителей).

Канал синхронизации и блоков развертки во всех типах телевизионных приемников примерно одинаков и выполняет одни и те же функции. В большинстве телевизоров первым каскадом канала синхронизации является амплитудный селектор. Здесь производится отделение синхроимпульсов от телевизионного сигнала (используя разный уровень этих сигналов), а также взаимное разделение кадровых и строчных синхроимпульсов (используя разную их длительность и частоту следования).

С амплитудным селектором соединены: каскад автоматической регулировки усиления (АРУ), обеспечивающий постоянство уровня телевизионного сигнала, и каскады кадровой и строчной разверток.

Блок кадровой развертки состоит из задающего генератора развертки (обычно блокинг-генератора) и выходного каскада, нагруженного на кадровые катушки (КК) отклоняющей системы (ОС). Генератор воспринимает синхронизирующие импульсы и в такт им обеспечивает подачу на выходной каскад импульсов управляющего напряжения.

В свою очередь с выходного каскада на отклоняющие катушки подается пилообразное напряжение, обеспечи-

вающее движение (смещение) луча на экране электронно-лучевой трубки сверху вниз со скоростью 25 кадров (50 полукадров) в секунду и возвращение его к верху экрана в погашенном состоянии (при прохождении через видеосуилитель гасящих импульсов).

Таким же образом работает блок строчной развертки, обеспечивающий перемещение электронного луча в горизонтальном направлении, в результате чего на экране телевизора появляется светящийся прямоугольник, называемый **растром**. Однако генератору строчной развертки довольно часто предшествуют фазоинвертер и фазовый детектор, которые способствуют устойчивости синхронизации по строкам изображения, так как строчные синхроимпульсы короче кадровых и больше подвержены помехам. Кроме того, маломощность генератора строчной развертки вынуждает включать после него специальный выходной каскад, питающий не только строчные катушки отклоняющей системы, но и высоковольтный выпрямитель и каскад АРУ.

Высоковольтный выпрямитель предназначен для получения высокого напряжения, питающего второй анод кинескопа. Это напряжение возникает на базе больших положительных импульсов напряжения, образующихся в блоке строчной развертки во время обратного хода луча.

В результате на луч кинескопа одновременно воздействуют:

- напряжение видеосигнала, поступающее на управляющую сетку (модулятор);

- электромагнитное поле отклоняющей системы (ОС), управляемое импульсами кадровой (вертикальное отклонение) и строчной (горизонтальное отклонение) разверток;

- напряжение с высоковольтного выпрямителя на аноде кинескопа;

- фокусирующее напряжение, поступающее с общего выпрямителя на электронную пушку при электростатической фокусировке (ранее применялась электромагнитная фокусировка луча с помощью специальной фокусирующей катушки).

Кроме того, с общего выпрямителя телевизора на кинескоп поступает напряжение накала.

**Кинескоп** является самой важной деталью теле-

визора. Его конструкция и форма существенно влияют на качество изображения, четкость и контрастность.

Четкость изображения определяется фокусировкой электронного луча на поверхности экрана. Контрастность изображения на экране зависит от внутренней засветки, наличия ореола, внешнего света, падающего на экран, и от качества люминесцентного вещества (покрытия).

Для ослабления внутренней засветки форму колбы кинескопа выбирают такой, чтобы лучи, отраженные от внутренних стенок колбы, не могли попасть на экран. Кроме того, внутренние стенки колбы покрывают аквадагом. Металлизированные экраны препятствуют проникновению световых лучей внутрь колбы.

Чтобы свет помещения, где установлен телевизор, не снижал контрастность изображения, дно колб делается из дымчатого стекла и поверхность экрана крупнозернистой (матированной). Кроме того часто перед экраном кинескопа устанавливают защитное стекло.

Назначение экрана кинескопа состоит в преобразовании энергии летящих электронов в энергию светового излучения. Действие его основано на использовании явления люминесценции — способности ряда веществ излучать световые колебания под действием падающих на них электронов. Сущность этого явления заключается в том, что падающие на люминофор электроны отдают свою энергию его частицам и в результате атомы люминофора излучают кванты света. Разные люминофоры находятся в возбужденном состоянии разное время. Одни гаснут практически мгновенно. У других возбужденное состояние, называемое временем послесвечения, продолжается несколько секунд. В обычных телевизионных установках, поскольку нужно воспринимать движущиеся изображения, время послесвечения составляет от 0,01 до 0,1 сек.

Другой важной характеристикой люминофора является его светоотдача, то есть отношение излучаемой силы света к затрачиваемой мощности (в данном случае к мощности электронного луча). Именно для увеличения яркости свечения нужно увеличить мощность луча. Поэтому в кинескопах на анод подают высокое ускоряющее электроны напряжение.

Третья важная характеристика люминофора — цвет свечения. Цвет зависит не только от химического состава



люминофора, но и от его обработки при изготовлении кинескопа. Алюминирование внутренней поверхности люминофора повышает контрастность и яркость изображения.

По своей конструкции кинескопы делятся на:

кинескопы с круглым экраном и углом отклонения луча  $70^\circ$  (эти кинескопы применялись в старых марках телевизоров);

кинескопы с прямоугольным экраном с углом отклонения луча  $70^\circ$  и  $110^\circ$  (современный стандарт), последние имеют соотношения сторон прямоугольника раstra 3:4 и 4:5.

На рис. 5 дана схема устройства и включения кинескопа

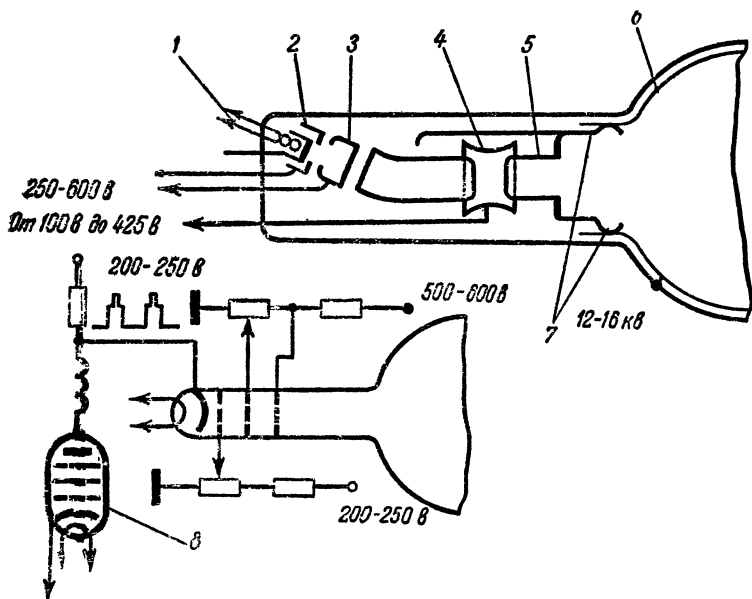


Рис. 5. Устройство и схема включения кинескопа с электростатической фокусировкой луча: 1 — нить накала; 2 — управляющий электрод; 3 — ускоряющий электрод; 4 — 1-й анод; 5 — 2-й анод; 6 — аквадаг; 7 — контактные пружины; 8 — выходная лампа видеоусилителя

скопа с электростатической фокусировкой луча. Кинескопы с электромагнитной фокусировкой отличаются только тем, что для фокусировки луча применяется специальная

фокусирующая катушка, потребляющая относительно большую энергию, а также тем, что в качестве электронного прожектора применяется триодная схема.

Электронный прожектор состоит из подогревного катода, управляющего электрода, ускоряющего электрода и анода. Такая схема прожектора позволяет осуществить независимую регулировку фокусировки и яркости.

Второй анод состоит из двух цилиндров, между которыми и укреплен первый анод, осуществляющий только фокусировку луча. Первый, ближний к прожектору цилиндр второго анода изогнут для того, чтобы улавливать ионы, вылетающие из прожектора, и не допускать бомбардировки ими экрана, чтобы не испортить люминофор.

Размеры телевизионного приемника во многом определяются размерами кинескопа, а телезрители, естественно, хотят, чтобы экран у телевизора был побольше. Но вместе с размерами экрана растет и общая длина трубки кинескопа. Выходом из этого положения является применение электронно-лучевых трубок с прямоугольным экраном с углом отклонения луча не  $70^\circ$ , а  $110^\circ$ .

Ниже приведена таблица распределения некоторых кинескопов по типам.

Таблица 2

Круглый экран, электромагнитная фокусировка, угол отклонения луча $70^\circ$	Прямоугольный экран, электростатическая фокусировка	
	угол отклонения луча $70^\circ$	угол отклонения луча $110^\circ$
18 ЛК 5Б 31 ЛК 2Б	35 ЛК 2Б 43 ЛК 3Б 53 ЛК 2Б	43 ЛК 6Б 53 ЛК 5Б 65 ЛК 1Б

Условные обозначения кинескопов расшифровываются следующим образом: первые две цифры в маркировке кинескопа означают для круглых трубок диаметр экрана, а для прямоугольных — размер диагонали экрана в см; буквы ЛК означают «лучевой кинескоп»; цифра после букв ЛК означает номер разработки; буква Б означает белый цвет свечения экрана.

## ОСНОВНЫЕ УЗЛЫ ТЕЛЕВИЗОРА

### Высокочастотный блок (ВЧ)

Высокочастотная часть всех современных телевизионных приемников монтируется как отдельный блок, называемый ПТП (переключатель 5 телевизионных программ) и ПТК (переключатель 12 телевизионных каналов).

ВЧ блок состоит из входной цепи, усилителя высокой частоты, преобразователя частоты (смесителя) с гетеродином и механического переключателя каналов. Кроме того, в нем имеются органы подстройки гетеродина, обеспечивающие качественный прием программы по тому или иному каналу.

Высокочастотный блок выполняет следующие основные функции:

- 1) дает возможность включать телевизионный приемник на любой нужный канал (программу);
- 2) усиливает в должной мере принятый от телецентра сигнал на любом из частотных каналов (на любой программе);
- 3) пропускает без искажений всю полосу частот телевизионного сигнала ( $6,5 \text{ МГц}$ );
- 4) уменьшает в определенной степени влияние передач на соседних каналах (других программ) на качество приема данной программы;
- 5) обеспечивает высокий коэффициент передачи сигнала с антенного фидера (кабеля) и согласование сопротивления входа ВЧ блока с волновым сопротивлением фидера.

Внешний вид блока ПТК показан на рис. 6.

Входная цепь, то есть контур между антенным фидером и управляющей сеткой первой лампы, служит для обеспечения задач, указанных в пункте 5.

Согласованием сопротивлений называется равенство волнового сопротивления фидера (то есть его сопротивления высокой частоте телевизионного сигнала) и входного сопротивления телевизора. Если сопротивление фидера, входное сопротивление телевизора и выходное антенны хорошо согласованы, то коэффициент передачи телевизионного сигнала достаточно высок. Другими сло-

вами, напряжение или мощность ТВ-сигнала, принятого антенной, приходит ко входу первой лампы практически без потерь.

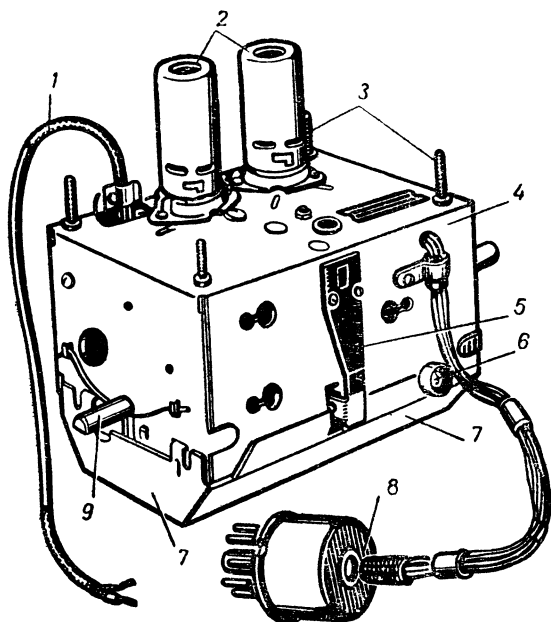


Рис. 6. Общий вид блока ПТК: 1 — антенный кабель; 2 — экраны ламп; 3 — крепежные винты; 4 — корпус ПТК; 5 — пружина фиксатора; 6 — винт с чашечкой для пломбы; 7 — нижняя крышка; 8 — фишка включения ПТК в телевизор; 9 — ось барабана переключателя каналов

Наиболее простым типом входной цепи служит схема с апериодическим (то есть ненастроенным на определенную частоту) входом, попросту — с резистором. Эта схема показана на рис. 7,а. В этой схеме резистор  $R_1$  служит элементом, согласующим волновое сопротивление кабеля и входное сопротивление телевизора. Поскольку обычно кабель имеет сопротивление 75 ом, то и резистор  $R_1$  имеет такое же сопротивление, то есть 75 ом.

Чрезвычайная простота такой входной цепи (такая схема применялась в телевизорах типа КВН-49) является причиной низкого качества. Поэтому в современных

телевизионных приемниках стали применять схемы с трансформаторным или автотрансформаторным входом, а также со специальным конденсатором, образующим так называемый емкостной делитель напряжения. Они более сложны, но обеспечивают лучшую передачу сигнала. На рис. 7,б показана схема входной цепи блока ПТК, где применен принцип трансформаторного входа.

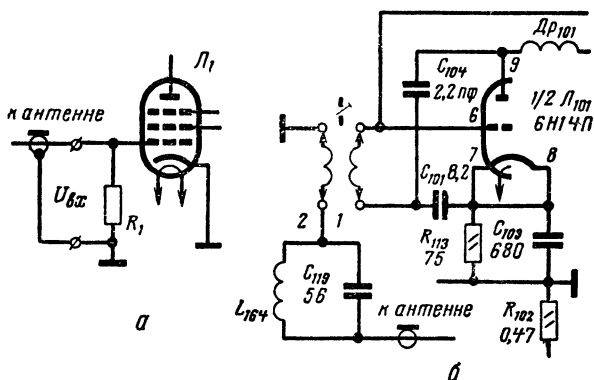


Рис. 7. Схемы входных цепей телевизора: а — с апериодическим входом; б — входная цепь блока ПТК

**Усилитель высокой частоты (УВЧ)** служит для предварительного усиления телевизионного сигнала и сигналов звукового сопровождения, а также для того, чтобы исключить воздействие на преобразователь всей входной цепи, включая антенну.

УВЧ обычно выполняется на двойном триоде типа 6Н14П по так называемой каскодной схеме, где триоды соединены последовательно. При этом первый триод включен по схеме с заземленным катодом, а второй — с заземленной сеткой. Такая схема обладает большим усилением и возможностью эффективной его регулировки, кроме того, она устойчива к самовозбуждению.

Рассмотрим наиболее простые схемы УВЧ, которые используются в телевизорах с невысокой чувствительностью и предназначены для приема ближних телецентров.

На рис. 8,а показан УВЧ с последовательным включением нагрузки, а на рис. 8,б — с параллельным.

При последовательном способе включения нагрузки анодное напряжение подводят через резистор  $R_1$  (или дроссель), а контур следующего каскада, образованный катушками индуктивностей  $L_1$  и  $L_2$  и емкостью монтажа, подключают через разделительный конденсатор  $C_1$ . Постоянная составляющая анодного тока в следующий каскад не попадает, так на ее пути стоят конденсаторы  $C_1$  и  $C_2$ . Для переменной составляющей эти конденсаторы не представляют практически никакого сопротивления, и поэтому ТВ-сигнал свободно проходит на колебательный контур и на сетку следующей лампы.

В схеме с параллельным включением нагрузки катушка индуктивности  $L_1$  представляет весьма малое сопротивление для постоянной составляющей анодного тока. В то же время колебательный контур  $L_1, C_1$  является нагрузкой для переменной составляющей. Напряжение сигнала, образующееся на контуре, через разделительный конденсатор  $C_2$  поступает на следующий каскад. Резистор  $R_1$ , включенный параллельно с колебательным контуром  $L_1, C_1$ , снижает резонансные свойства последнего.

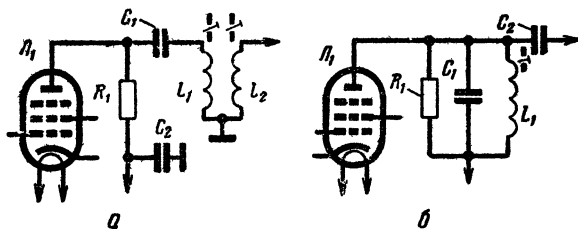


Рис. 8. Схемы каскадов УВЧ с последовательным (а) и параллельным (б) включением нагрузки

В результате контур становится более широкополосным и усиливает все входящие в ТВ-сигнал частоты.

**Преобразователь частоты** обеспечивает изменение частоты принимаемого по тому или иному каналу сигнала в промежуточную частоту, равную 31,5—38 Мгц. (Все ПТП и ПТК до ПТК-4 имели промежуточную частоту равную 27,75—34,25 Мгц). Она имеет два значения, так как несущие частоты изображения и звука разные и отличаются на 6,5 Мгц.

Приемник, где частота исходного сигнала преобразуется в какую-либо постоянную промежуточную частоту, называется супергетеродинным. Супергетеродинная схема является практически единственной, широко распространенной во всех телевизионных приемниках (кроме КВН-49, которые являются приемниками прямого усиления сигнала). В супергетеродинных приемниках предварительное усиление сигнала по высокой частоте играет лишь вспомогательную роль, что крайне важно при большом диапазоне частот, на котором осуществляются передачи телевидения (от 48,5 до 230 МГц); основное усиление сигналов производится на постоянной частоте в постоянной полосе частот; постоянство частот, на которых усиливается полезный сигнал, обеспечивает возможность добиться хорошей чувствительности приемника, получить достаточно большое усиление сигнала в пределах широкой полосы. При этом происходит общее упрощение усилительных каскадов по сравнению с приемниками прямого усиления, так как отпадает необходимость перестраивать усилительные каскады на разные частоты.

Основой преобразователя частоты служит смеситель, в котором частота входного сигнала смешивается с частотой дополнительного местного маломощного генератора (гетеродина). Из-за нелинейности характеристики лампы, то есть неодинакового усиления слабых и сильных сигналов, на выходе лампы (в ее анодном контуре) образуется «смесь» ряда сигналов. В этой смеси есть усиленный ТВ-сигнал, усиленный сигнал гетеродина и ряд комбинационных частот этих сигналов. Комбинационные частоты составляют сумму и разность исходных сигналов. Поскольку частота, излучаемая гетеродином, всегда отличается от частоты исходного ТВ-сигнала на постоянную величину (обычно выше по частоте), комбинационные составляющие постоянны по частоте. Если в анодной цепи установить колебательный контур, настроенный на одну из комбинационных частот (обычно применяют разностную частоту), то только эта частота будет выделяться анодным контуром. Остальные же частоты, отличающиеся от резонансной частоты анодного контура, им не усиливаются.

В смесителях телевизионных приемников обычно используется пентод, причем, как правило, включаемый по схеме односеточного преобразования. В этой схеме на

управляющую сетку одновременно с высокочастотным телевизионным сигналом подается и сигнал от гетеродина, а промежуточная частота выделяется анодным контуром.

В приведенной на рис. 9,а схеме анодный контур является полосовым фильтром, то есть фильтром, пропускающим только определенную полосу частот, соответствующих промежуточной частоте телевизора. Контур образован катушкой индуктивности  $L_1$  и выходной ем-

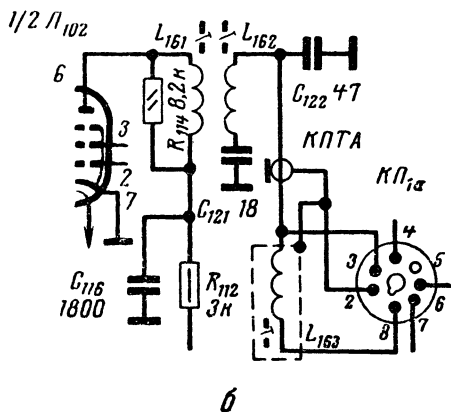
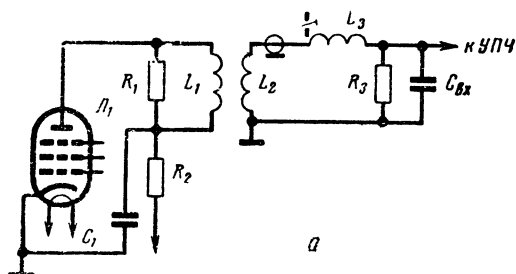


Рис. 9. Схемы смесителей: а — упрощенная схема; б — принципиальная схема смесителя блока ПТК

костью лампы  $L_1$ . Конденсатор  $C_1$  служит для «отвода» на шасси составляющих других частот.

Вторичный контур образован катушкой индуктив-



ности  $L_3$  и емкостью  $C_{вх}$  первого каскада усилителя промежуточной частоты (УПЧ). Связь между контурами осуществляется катушкой индуктивности  $L_2$ , витки которой намотаны поверх катушки  $L_1$ . Между катушками  $L_2$  и  $L_3$  включен отрезок коаксиального кабеля длиной 25—30 см. Чтобы обеспечить необходимую полосу пропускания в 6,5 МГц, параллельно входу УПЧ включают резистор  $R_3$ . Вообще параллельное подключение к контуру резистора с не очень высоким сопротивлением ухудшает добротность контура, делает более плоской резонансную кривую и соответственно уменьшает усиление каскада.

На рис. 9,б показана часть принципиальной электрической схемы блока ПТК. Сравним эту схему со схемой на рис. 9,а. Лампе  $L_1$  соответствует лампа  $L_{102}$ , резистору  $R_1$ —резистор  $R_{114}$ , катушке индуктивности  $L_1$ —катушка  $L_{161}$ , катушке индуктивности  $L_3$ —катушка  $L_{163}$ , катушке связи  $L_2$ —катушка  $L_{162}$ , конденсатору  $C_1$ —конденсатор  $C_{116}$ . Конденсатор  $C_{121}$  представляет для высокой частоты очень малое сопротивление, которым на схеме рис. 9,а пренебрегли.

**Гетеродин**, или маломощный генератор, подает на смеситель необходимые для получения промежуточной частоты сигналы. Основными параметрами гетеродина являются частота и амплитуда (величина напряжения в данном случае) генерируемых им колебаний.

Имеется большое количество генераторов колебаний, где используются разные варианты положительной обратной связи между контурами управляющей сетки и анода. Положительной обратной связью называют такое схемное решение, где часть мощности исходного сигнала, усиленного лампой, опять подается на ее управляющую сетку. Чтобы образовался режим автоколебаний (генерирование необходимой частоты) необходимо выполнение двух основных требований. Подаваемый на управляющую сетку сигнал должен быть достаточным по мощности, чтобы скомпенсировать потери энергии в контуре исходного сигнала, и должен постоянно совпадать по фазе с исходным сигналом, то есть иметь в любой момент времени ту же полярность и частоту.

В высокочастотном блоке телевизоров гетеродин обычно собирают на триоде по схеме емкостной трехточки, то есть с обратной связью через конденсатор (рис. 10).

В схеме (рис. 10,а) колебательный контур гетеродина образован катушкой индуктивности  $L_1$ , междуэлектродными емкостями лампы и конденсаторами  $C_1$  и  $C_2$ . Анодное напряжение на лампу подается через резистор  $R_2$ , что улучшает стабильность работы гетеродина. Резистор  $R_1$  — сопротивление утечки сетки. Конденсатор  $C_3$  — конденсатор обратной связи.

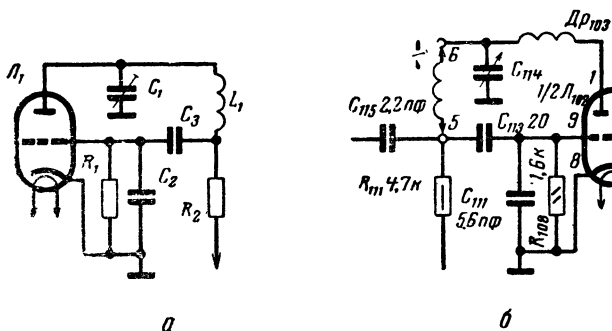


Рис. 10. Схемы гетеродинов: а — упрощенная схема; б — принципиальная схема гетеродина блока ПТК

Изменение температуры, влажности воздуха и питающих напряжений влечет за собой изменение параметров ряда элементов схемы гетеродина. Это в свою очередь вызывает изменение генерируемой им частоты. Поэтому во всех случаях предусмотрена возможность подстроить частоту гетеродина в некотором диапазоне (1—2 МГц) с помощью подстроечного конденсатора. В блоке ПТК (или ПТП) имеется специальная ручка «подстройка гетеродина». В ряде современных телевизоров кроме ручной подстройки предусмотрена автоматическая (АПЧГ) и переключатель, позволяющий перейти на ручную или автоматическую подстройку.

На рис. 10,б приведена схема гетеродина блока ПТК.

Резистор  $R_1$  на этой схеме соответствует резистору  $R_{138}$ , резистор  $R_2$  — резистору  $R_{111}$ , конденсатор  $C_2$  — конденсатору  $C_{111}$ , конденсатор  $C_1$  — конденсатору  $C_{114}$ , конденсатор  $C_3$  — конденсатору  $C_{113}$ , лампа  $L_1$  — лампе  $L_{102}$ , катушка индуктивности  $L_1$  — сменной катушке индуктивности между контактами 5 и 6 переключателя ПТК. С переключением программы (канала) включается

другая катушка индуктивности. Конденсатор  $C_{116}$  служит для подачи сигнала с гетеродина на смеситель.

Таким образом, высокочастотный блок усилил принятые сигналы и преобразовал их в постоянную промежуточную частоту. Однако этого усиления далеко недостаточно для нормальной работы основных блоков телевизора. Поэтому сигналы далее поступают на усилитель промежуточной частоты.

### Усилитель промежуточной частоты

Основными параметрами УПЧ являются:

частотная характеристика, то есть способность усилителя равномерно и без искажений усиливать весь полезный сигнал в полосе  $6,5 \text{ Мгц}$ . Качество изображения весьма сильно зависит от этой характеристики УПЧ;

избирательность, то есть степень подавления мешающих сигналов, которая определяется формой частотной характеристики УПЧ вне его полосы пропускания. В результате взаимодействия несущих частот соседних и принимаемого канала возникают биения, создающие помехи на изображении;

амплитудная характеристика, то есть способность УПЧ равномерно усиливать сильные и слабые сигналы и сохранить их соотношение.

Как уже упоминалось, в последних марках телевизоров промежуточная частота изображения равна  $38 \text{ Мгц}$ , а звукового сопровождения —  $31,5 \text{ мгц}$ . (Ранее существовал иной стандарт: промежуточная частота изображения была равна  $34,25 \text{ Мгц}$ , а звукового сопровождения —  $27,75 \text{ Мгц}$ ). Развитие сети телецентров в нашей стране и передача в одном городе одновременно нескольких программ вызвали необходимость увеличения промежуточной частоты, чтобы улучшить помехоустойчивость и избирательность телевизионных приемников по соседнему каналу при многоканальном вещании.

Существует большое количество различных схем выполнения УПЧ. Применяются схемы с одиночным колебательным контуром или полосовым фильтром, настроенным на промежуточную частоту.

Наибольшее распространение получили УПЧ с двухконтурными несимметричными фильтрами и с фильтра-

ми типа «Т», «М» и «П», а также фильтром типа «дифференциальный мост». Не останавливаясь на детальном рассмотрении всех этих типов УПЧ, выявим то общее, что для них характерно. Из основ радиотехники известно, что сильно связанные контуры имеют двугорбую резонансную кривую. Настроив дополнительный колебательный контур на провал в середине частотной характеристики, можно получить равномерное усиление сигнала во всей необходимой полосе частот (рис. 11,а). Для расширения полосы пропускания фильтров их обычно шунтируют резисторами ( $R_4, R_6, R_8$ ).

Режекторные (заграждающие, «отсасывающие») контуры используются для получения необходимой формы частотной характеристики УПЧ и для фильтрации промежуточных частот звукового сопровождения, а также помех, создаваемых соседним каналом. Имеется много вариантов включения и исполнения режекторных фильтров. В качестве примера на рис. 11,б приведена схема УПЧ с фильтрами с индуктивной связью с основным контуром. Режекторные фильтры ( $L_3, C_2$ ;  $L_6, C_5$ ;  $L_{14}, C_{10}$  и т. д.) настроены на частоты, которые нужно подавить.

Для правильной передачи телевизионного сигнала необходимо сохранять неизменными не только амплитудные, но и фазовые соотношения составляющих его частот. Поэтому несущую частоту изображения располагают посередине правого (верхнего по частоте) склона частотной характеристики усилителя промежуточной частоты (см. рис. 11,а).

Если несущая окажется расположенной по частоте

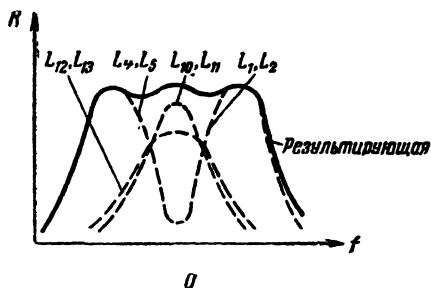
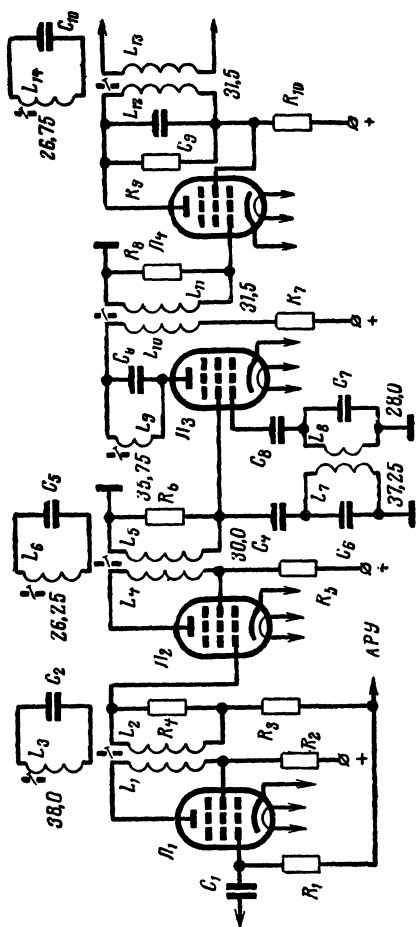


Рис. 11, а — частотная характеристика УПЧ

выше, чем середина верхнего склона, то уровень несущей будет ниже среднего. При этом четкость изображения повысится, но появятся повторы и излишняя рельефность. При высоком уровне несущей, то есть ее расположении по частоте ниже середины верхнего склона характери-



0

Рис. 11, 6 — схема УПЧ с двухконтурными асимметричными фильтрами

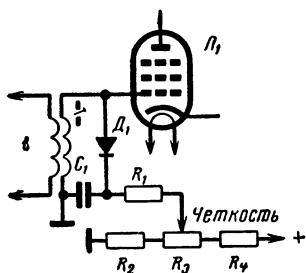


Рис. 12. Схема корректора четкости

изменении резонансной частоты контура, что позволяет сместить положение несущей изображения на частотной характеристике УПЧ в ту или иную сторону от среднего положения.

На рис. 12 приведена наиболее простая схема корректора четкости. Четкость изображения здесь регулируют при помощи запятого диода  $D_1$ , на который через резистор  $R_3$  подают в зависимости от положения движка этого резистора различное напряжение. Изменение приложенного к диоду напряжения меняет его емкость и следовательно, частоту настройки контура.

## Видеотракт

Видеотракт состоит обычно из двух каскадов — видеодетектора и видеоусилителя. Усиленный высокочастотный сигнал с каскадов УПЧ поступает на видеодетектор.

Видеодетектор предназначен для выделения сигналов изображения и звукового сопровождения из высокочастотного сигнала.

На рис. 13,а и б показан вид сигнала до и после детектора. После детектора остается чистый видеосигнал без высокочастотного заполнения. В зависимости от схемы телевизионного приемника может потребоваться на выходе видеодетектора сигнал разной полярности. В схеме (рис. 13,а) на резисторе нагрузки  $R_2$  выделяется положительный (позитивный) сигнал, а в схеме (рис. 13,б) — отрицательный (негативный) сигнал.

стики УПЧ, появляется «тянучка». Обычно протяженность правого склона характеристики составляет примерно 1,5—2 МГц. Эти обстоятельства и необходимость в ряде случаев уменьшать фазовые искажения, связанные с неблагоприятными условиями приема, обусловили ввод в телевизоры дополнительной регулировки — корректора четкости. Действие этого корректора основано на

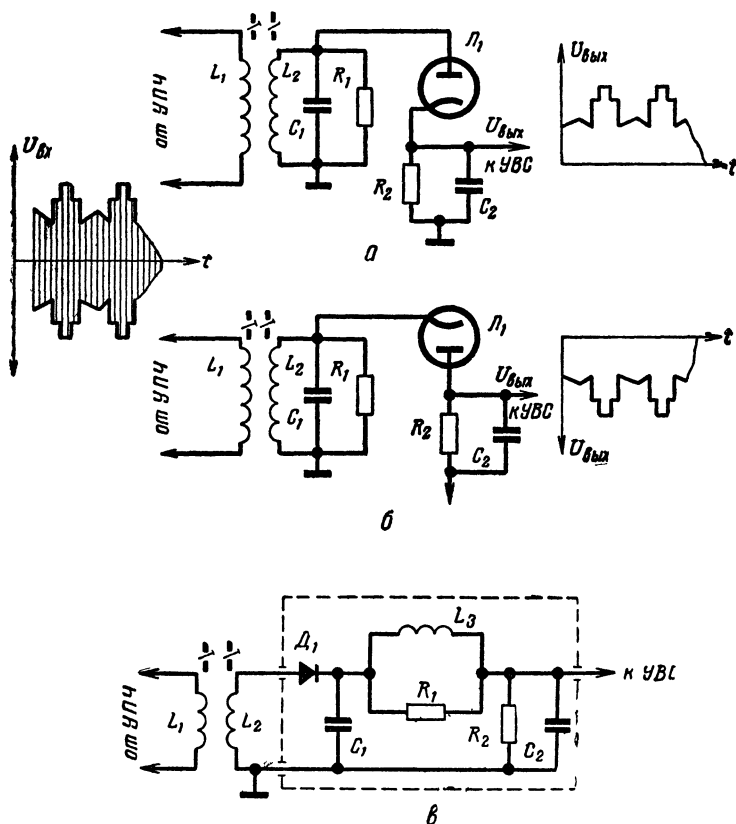


Рис. 13. Схемы видеодетекторов

Выбор полярности зависит от числа последующих каскадов усиления и от способа подачи его на кинескоп. Обычно в современных телевизорах используется однокаскадный видеоусилитель, а управление кинескопом (модуляция) производится подачей видеосигнала на катод трубки. Поэтому в таких телевизорах с детектора должен поступать негативный сигнал.

Параллельное включение конденсатора  $C_2$ , то есть шунтирование резистора  $R_2$  по высокой частоте, позволяет избавиться от высокочастотной составляющей сигнала (промежуточной частоты). В некоторых случаях этот конденсатор не включают, ограничиваясь имеющей-

ся распределенной емкостью монтажа. В других — для подавления промежуточной частоты и ее гармоник на выходе видеодетектора включают специальный высокочастотный фильтр (рис. 13, в). Здесь используется то свойство, что для низких частот катушка индуктивности  $L_3$  представляет собой малое сопротивление, а для высоких — большое. Наоборот, конденсаторы  $C_2$  и  $C_1$  представляют собой малое сопротивление для высоких частот и большое для низких. Кроме того, катушка индуктивности  $L_3$  и конденсатор  $C_2$  представляют собой контур с последовательным резонансом на промежуточной частоте (при последовательном резонансе сопротивление контура равно нулю). Совокупность этих закономерностей обеспечивает хорошее прохождение через фильтр видеосигнала и сигналов звукового сопровождения и задержку промежуточной частоты и ее гармоник.

Поскольку видеосигнал с детектора имеет небольшое напряжение (порядка 1—3 в), а для управления кинескопом нужен сигнал напряжением до 40—60 в, в телевизорах предусматривают видеоусилитель. Его основной задачей является усиление видеосигнала до нужной величины и пропускание без искажений всей полосы видеосигнала (от нескольких герц до 5,5 МГц). Обычно видеоусилитель выполняется в виде широкополосного однокаскадного усилителя напряжения на резисторах. Кроме того, на выходе видеоусилителя, как правило, производится выделение сигналов для канала синхронизации и разверток и канала звукового сопровождения. О принципах выделения сигналов для этих каналов рассказано при рассмотрении канала звукового сопровождения и амплитудного селектора.

**Восстановление постоянной составляющей.** Для неискаженного воспроизведения видеосигнала необходимо, чтобы его постоянная составляющая, отражающая среднюю яркость данного изображения (сюжета), была доведена до кинескопа. Этот процесс называют привязкой изображения к уровню «черного». Поскольку постоянная составляющая изменяется с очень низкой частотой (2—3 Гц) и не может пройти через разделительные конденсаторы, однокаскадные видеоусилители обычно выполняются без этих конденсаторов на их входе и выходе и с малым начальным смещением на управляющей сетке лампы. Дополнительное смещение,



необходимое для нормальной работы лампы, создается самим видеосигналом. Ведь видеосигнал с детектора имеет отрицательную полярность. Среднее значение тока через лампу при этом меняется в зависимости от амплитуды приходящего сигнала и фона передаваемого изображения. Поэтому указанные схемы требуют применения автоматической регулировки яркости.

### **Блоки синхронизации и развертывающие устройства**

В телевизионный приемник, как уже упоминалось, поступает полный телевизионный сигнал (ПТС). На видеоусилителе производится разделение ПТС на составляющие его части. Звуковое сопровождение идет в канал звука, импульсы синхронизации — в канал синхронизации, а видеосигнал с импульсами синхронизации — на кинескоп. При этом видеосигнал (сигнал изображения) обеспечивает модуляцию яркости изображения, а гасящие импульсы (строчные и кадровые) запирают луч кинескопа на время его обратного хода.

Канал синхронизации выделяет из ПТС кадровые и строчные синхронизирующие импульсы и после необходимых преобразований подает их на отклоняющую систему кинескопа.

Отделение синхроимпульсов производится после видеоусилителя затем, чтобы избежать в канале синхронизации специальных усилительных каскадов.

Синхроимпульсы обеспечивают такую работу отклоняющей системы кинескопа, чтобы все строки изображения были в надлежащем месте и своевременно гасился луч при его пробеге от конца строки к началу следующей строки и от конца кадра к началу следующего.

**Амплитудный селектор.** Работа амплитудного селектора основана на том, что синхронизирующие импульсы передаются в области «чернее черного», то есть с наибольшей амплитудой. Поэтому их легко отделить от гасящих импульсов и тем более от сигналов изображения, составляющих 12—75% от максимальной амплитуды ПТС. Для этого достаточно использовать ограничитель амплитуд, через который более слабые сигналы не проходят.

На рис. 14,а и б показан упрощенный график выделения синхроимпульсов (в кадровом импульсе не показаны так называемые строчные «вырезки»). Разделение строчных и кадровых синхроимпульсов возможно благодаря большой разнице в их длительности (5 и 190 мксек) и реализуется с помощью разделительных фильтров.

Для выделения коротких строчных синхроимпульсов используется дифференцирующая цепочка, состоящая из резистора  $R$  и конденсатора небольшой емкости  $C$  (рис. 14,в). Как видно из графика, при прохождении каждого строчного синхроимпульса на резисторе возни-

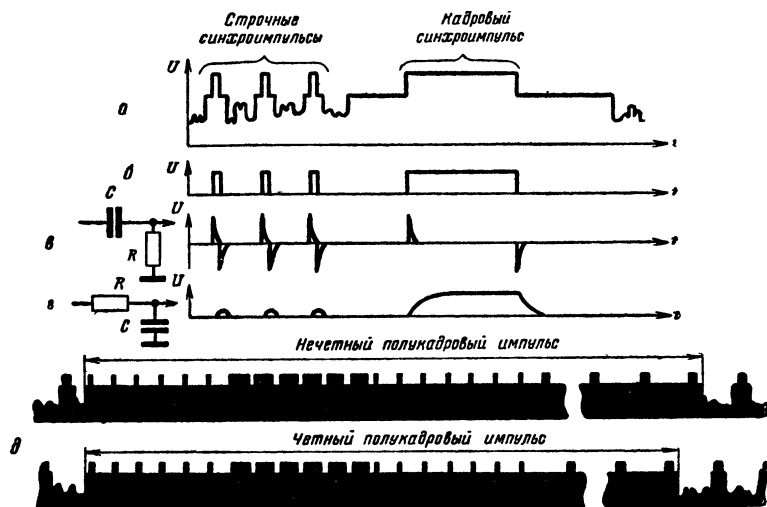


Рис. 14. Выделение синхроимпульсов из полного телевизионного сигнала: а — полный телевизионный сигнал; б — синхронизирующий сигнал на выходе амплитудного селектора; в — сигнал после дифференцирующего фильтра; г — сигнал после интегрирующего фильтра; д — форма кадровых импульсов

кают два остrokонечных импульса. Первый возникает от быстрого заряда конденсатора пришедшим синхроимпульсом, второй — от разряда конденсатора, когда импульс прекратился. Эти импульсы далее поступают на генератор строчной развертки.

Для выделения сравнительно длительных кадровых синхроимпульсов используется интегрирующая цепочка

(14,з) с конденсатором относительно большой емкости. Короткие строчные импульсы не успевают зарядить этот конденсатор и через цепочку почти не проходят. Образуются только небольшие всплески напряжения на выходе интегрирующей цепочки. Кадровые синхроимпульсы наоборот полностью заряжают конденсатор и поэтому проходят через фильтр к генератору кадровой развертки.

Поскольку во время действия кадрового синхроимпульса генератор строчной развертки может выйти из синхронизации и исказить изображение, впереди и после кадрового синхроимпульса предусматривают уравнивающие импульсы «насадки», расположенные на гасящем кадровом импульсе, а в самом кадровом синхроимпульсе делают уже упомянутые «вырезки» (рис. 14,д). Эти «вырезки» не вызывают разряда конденсатора интегрирующей цепочки ввиду их малой длительности и поэтому не сбивают кадровой синхронизации.

**Задающие генераторы разверток.** Телевизионные генераторы разверток служат для создания раstra (светящегося прямоугольника на экране кинескопа) и для правильного восстановления на экране переданного в эфир изображения.

К генераторам разверток предъявляются следующие основные требования. Они должны обеспечивать:

- формирование пилообразно-импульсного напряжения, управляющего током в катушках отклоняющей системы;
- линейное нарастание тока в отклоняющих катушках;
- легкость синхронизации, то есть соответствие частоты генератора частоте следования синхроимпульсов;

- легкость и независимость регулировки частоты и амплитуды пилообразного тока, достаточные для регулировки работы отклоняющих катушек;

- достаточную стабильность частоты и амплитуды генерируемых колебаний, чтобы и при отсутствии синхроимпульсов растр был устойчивым.

Наиболее распространенными типами телевизионных генераторов развертки являются мультивибратор и блок-кинг-генератор.

**Мультивибратор** представляет собой двухкаскадный усилитель напряжений на резисторах с положительной обратной связью (выход и вход соединены между собой). Положительная обратная связь является обя-

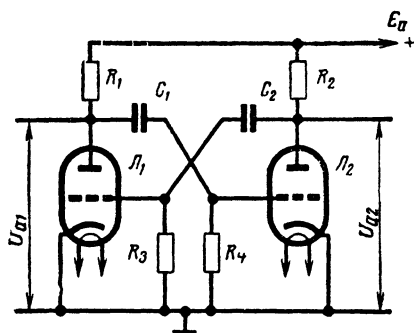


Рис. 15. Принципиальная схема мультивибратора

зательным условием для создания генератора колебаний.

На рис. 15 приведена принципиальная схема симметричного мультивибратора, то есть лампы  $\mathcal{L}_1$  и  $\mathcal{L}_2$  однотипны, равны емкости конденсаторов  $C_1$  и  $C_2$  и сопротивления резисторов равны  $R_1 = R_2$ ;  $R_3 = R_4$ .

Всегда в схемах существует некоторый

разброс параметров. Поэтому можно принять, что при включении анодный ток лампы  $\mathcal{L}_1$  больше, чем у второй. Это вызовет увеличение падения напряжения на резисторе  $R_1$  и, следовательно, понижение напряжения на аноде лампы  $\mathcal{L}_1$ . В свою очередь это понижение вызовет разряд конденсатора  $C_1$  через цепь, образованную левой обкладкой конденсатора  $C_1$ , анодом и катодом лампы  $\mathcal{L}_1$ , резистором  $R_4$  и правой обкладкой конденсатора  $C_1$ . Протекающий через резистор  $R_4$  ток образует отрицательный импульс напряжения, поступающий на управляющую сетку лампы  $\mathcal{L}_2$ . Увеличение смещения на управляющей сетке уменьшит анодный ток лампы  $\mathcal{L}_2$  и, соответственно, падение напряжения на резисторе  $R_2$ . Это равнозначно увеличению анодного напряжения на лампе  $\mathcal{L}_2$  и увеличению напряжения на правой обкладке конденсатора  $C_2$ .

Конденсатор  $C_2$  начнет подзарядаться через резистор  $R_3$ . Зарядный ток конденсатора  $C_2$  создает на резисторе  $R_3$  положительный импульс, попадающий на управляющую сетку лампы  $\mathcal{L}_1$ , что еще более увеличивает анодный ток этой лампы. Процесс продолжается до тех пор, пока лампа  $\mathcal{L}_2$  полностью заперется, а лампа  $\mathcal{L}_1$  полностью отперется. Этот процесс называется опрокидыванием схемы.

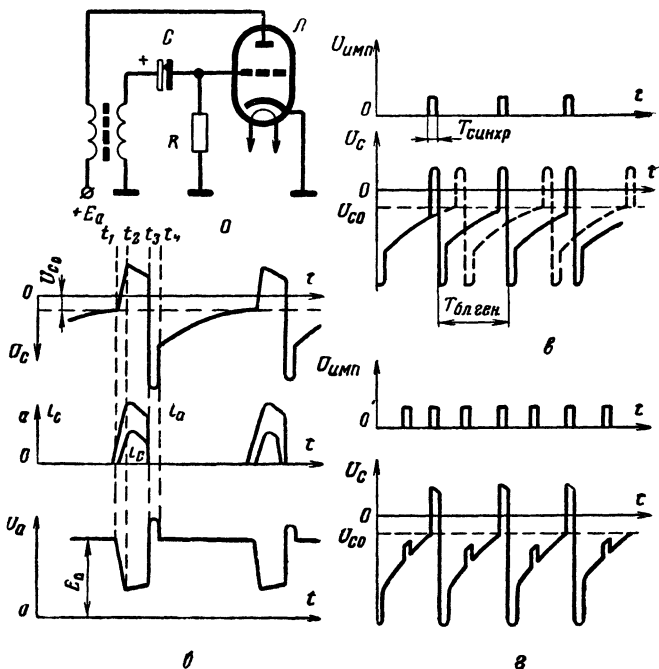
В таком состоянии мультивибратор будет находиться до завершения разряда конденсатора  $C_1$ . Уменьшение тока разряда через резистор  $R_4$  снизит отрицательное напряжение на управляющей сетке лампы  $\mathcal{L}_2$ . Лампа отперется, потечет ток через резистор  $R_2$  и начнется разряд

конденсатора  $C_2$ . Этот процесс приведет к обратному опрокидыванию схемы.

В рассмотренной схеме длительность импульсов в первом и втором случае равна. В то же время для телевизионной развертки необходимо, чтобы время обратного хода луча было значительно меньше прямого хода. Поэтому применяются несимметричные мультивибраторы, где время опрокидывания неодинаково в различных плечах. Генерируемая частота определяется емкостью конденсатора  $C_1$  и  $C_2$  и сопротивлением резисторов  $R_3$  и  $R_4$ .

**Блокинг-генератор** (рис. 16,а) представляет собой однокаскадный генератор с сильной трансформаторной положительной обратной связью. Как и мультивибратор, блокинг-генератор управляет схемой формирования пилообразного импульсного напряжения при отсутствии телевизионного сигнала и регулирует начало каждого кадра и каждой строки в соответствии с приходящими на него синхроимпульсами.

При работе в автоколебательном режиме большую часть периода колебаний лампа генератора заперта и конденсатор  $C$ , заряженный до значительного напряжения, разряжается через резистор  $R$ . Когда разряд конденсатора существенно уменьшит отрицательное смещение на управляющей сетке лампы до  $U_{св}$ , она отперется (момент  $t_1$  на рис. 16,б). Появится анодный ток, и напряжение на управляющей сетке повысится. В свою очередь это вызовет дальнейшее увеличение анодного тока и т. д. Образуется лавинообразный процесс, длящийся очень короткий промежуток времени и образующий передний фронт импульса. За этот период напряжение на конденсаторе  $C$  не успевает существенно измениться. Но увеличение напряжения на сетке вызывает возникновение сеточных токов, что приводит к перераспределению токов, протекающих через лампу, к уменьшению анодного тока и напряжения на аноде. С момента  $t_2$  конденсатор  $C$  начинает заряжаться сеточным током. До определенного времени, пока лампа работает на пологом участке характеристики, это не влияет существенно на анодный ток. Дальнейший заряд конденсатора (момент  $t_3$ ) переводит лампу на участок характеристики с большей крутизной, что приводит к снижению потенциала сетки, резкому уменьшению анодного тока вплоть до запираания лампы. Этот процесс также происходит очень быстро и



**Рис. 16.** Схема блокинг-генератора и графики, поясняющие его работу

образует задний фронт импульса (между моментами  $t_3$  и  $t_4$ ).

После этого весь процесс повторяется. Скорость разряда конденсатора регулируется изменением сопротивления резистора  $R$ . Чем больше сопротивление, тем медленнее разряд конденсатора  $C$  и меньше частота колебания. Поскольку момент разряда конденсатора должен быть вызван синхроимпульсом, собственная частота колебаний блокинг-генератора выбирается несколько ниже частоты следования синхроимпульсов. Эти положительные импульсы ускоряют разряд сеточного конденсатора до напряжения отпирания лампы, что показано на рис. 16, б. Если бы частота автоколебаний была выше частоты синхронизации, обратный ход процесса начинался бы до прихода синхроимпульсов, то есть синхронизации не было бы. Кроме того, на работу блокинг-генератора могут

воздействовать уравнивающие импульсы, имеющие вдвое большую частоту повторения, чем строчные. На рис. 16,2 показан процесс синхронизации блокинг-генератора уравнивающими импульсами. Видно, что импульсы, совпадающие с серединой периода разряда конденсатора  $C$ , не могут запустить блокинг-генератор.

Для управления работой выходного каскада развертки обычно требуется пилообразное или пилообразно-импульсное напряжение, что достигается применением разрядной лампы. В телевизорах обычно схемы блокинг-генератора и генератора пилообразного напряжения (разрядная лампа) выполняют на одной лампе (рис. 17,а).

Сетка лампы блокинг-генератора (левый триод) соединяется с сеткой разрядной лампы. Когда на сетках появляется положительный синхроимпульс и лампа отпирается, конденсатор  $C_2$  разряжается через малое внутреннее сопротивление лампы и резистор  $R_4$  (напряжение на аноде при этом растет от  $U_1$  до  $U_2$ ).

Так в анодной цепи разрядной лампы обычно включают резистор  $R_3$  (порядка 1 Мом), анодный ток вызывает на нем большое падение напряжения и уменьшение напряжения на аноде и цепочке  $C_2, R_4$  от  $U_2$  до  $U_1$  (рис. 17,б).

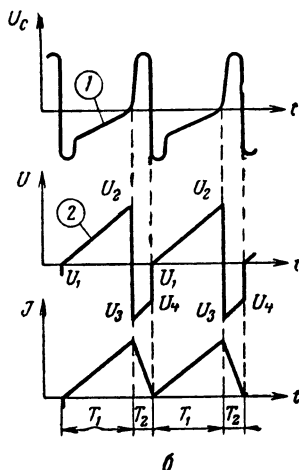
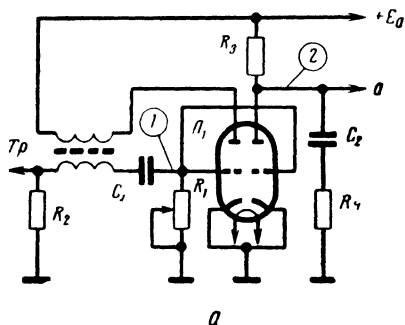


Рис. 17. Принципиальная схема блокинг-генератора с разрядной лампой (а), схема формирования пилообразно-импульсного напряжения (б)

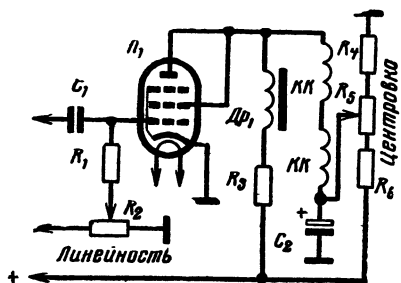


Рис. 18. Схема окончного каскада кадровой развертки с дроссельным выходом

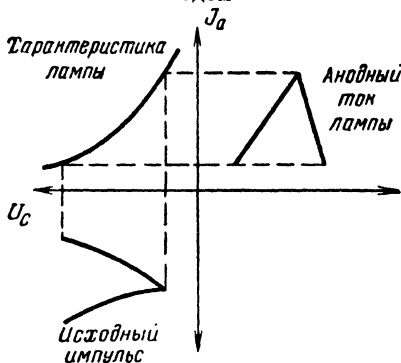


Рис. 19. График компенсации нелинейностей импульса развертки и характеристики лампы

При записании лампы конденсатор  $C_2$  заряжается через резистор  $R_3$  и  $R_4$ , при этом на резисторе  $R_4$  создается положительное напряжение, а на выходе схемы — пилообразно-импульсное напряжение.

Так как сопротивление резистора  $R_3$  существенно больше внутреннего сопротивления открытой лампы, заряд конденсатора происходит значительно медленнее, чем разряд. В результате этого обратный ход луча кинескопа (при разряде в конденсаторе) происходит значительно быстрее, чем прямой ( $T_1 \gg T_2$ ).

**Выходной (оконечный) каскад кадровой развертки.** В телевизорах, имеющих кинескоп с углом отклонения луча в  $70^\circ$ , наибольшее

распространение наряду со схемой с трансформаторным выходом получила схема с дроссельным выходом, изображенная на рис. 18. Оконечный каскад работает как усилитель напряжения и собран по схеме параллельного питания. Цепочка, образованная дросселем  $Др$  и резистором  $R_3$ , служит для пропускания постоянной составляющей анодного тока; цепочка из высокоомных кадровых отклоняющих катушек  $КК$  большой индуктивности и конденсатора  $C_2$  — для пропускания переменной составляющей. Для того, чтобы избежать искажений формы сигнала, постоянные времени обеих цепочек должны быть равны между собой.

Изменение величины сопротивления резистора  $R_2$  дает возможность регулировать линейность изображе-



ния по вертикали путем изменения смещения на сетке лампы. При этом нелинейность характеристики лампы и зарядной кривой взаимно компенсируются (рис. 19).

Изменением сопротивления резистора  $R_3$  (рис. 18) меняют постоянную составляющую, проходящую через кадровые отклоняющие катушки  $KK$  и тем самым производят центровку изображения по вертикали. Конденсатор  $C_2$  шунтирует по переменной составляющей неиспользуемую часть потенциометра.

Схема с дроссельным выходом имеет ряд недостатков:

- сильная зависимость ее работы от напряжения питания и нагрева катушек, а также от характеристики лампы;

- трудность получения хорошей линейности на кинескопе с большим экраном.

Поэтому в настоящее время широко применяются схемы с нормализованным выходным трансформатором (ТВК), рассчитанным на подключение к низкоомным отклоняющим катушкам. Имеется большое количество вариантов выходных каскадов кадровой развертки, особенно к кинескопам с углом отклонения луча в  $110^\circ$ .

Увеличение размера экранов делает необходимыми специальные меры по стабилизации размера изображения по вертикали, гашению электронного луча, линейности и т. п.

**Особенности строчной развертки.** Если для кадровой развертки оказываются вполне приемлемыми обычные приемно-усилительные лампы, то для строчной развертки нужны специальные мощные лампы. Это объясняется следующим.

Частота строчной развертки (порядка  $16\text{ кгц}$ ) во много раз выше частоты кадровой (составляющей  $50\text{ гц}$ ). Для получения неискаженной формы пилообразного напряжения выходной каскад строчной развертки должен быть широкополосным (до нескольких сотен кГц). Эффективность отклонения луча определяется ампер-витками, то есть произведением величины тока в катушках на число витков этих катушек. Высокая частота строчной развертки не позволяет значительно увеличить число витков, так как возрастет собственная емкость катушек и, следовательно, увеличится длительность обратного хода луча. Поэтому нужно увеличивать

амплитуду тока. Кроме того, во время обратного хода луча на аноде лампы возникают значительные «всплески» напряжения.

Эффективность работы окончного каскада строчной развертки повышают путем применения специальных ламп типа 6П13С, 6П31С и др., а также увеличением индуктивности обмотки автотрансформатора, применяя сердечники с повышенной магнитной проницаемостью и малыми диэлектрическими потерями.

Во время прямого хода луча анодный ток лампы выходного каскада нарастает и в магнитном поле отклоняющих катушек накапливается энергия. Индуктивный характер нагрузки обуславливает невозможность мгновенного прекращения тока в катушках после запираания лампы. Некоторая распределенная емкость, которой обладают отклоняющие катушки, и индуктивность их и строчного трансформатора образуют паразитный колебательный контур. В нем после запираания лампы возникают затухающие колебания, которые нарушают линейность развертки (появляются светлые полосы в левой части раstra).

Для подавления паразитных колебаний пользуются тем, что они по частоте выше частоты развертки. В телевизорах с небольшим экраном применяют демпфирующую цепочку из последовательно соединенных резистора и конденсатора, подключенную параллельно с отклоняющими катушками. Чем выше частота, тем сопротивление конденсатора меньше и тем лучше цепочка подавляет паразитные колебания. Главным недостатком такой схемы является непроизводительный расход энергии на демпферном резисторе и соответственное уменьшение размаха отклоняющего тока. Это обусловило применение в большинстве телевизионных приемников схемы с демпфирующим диодом (например, типа 6Ц10П, 6Д20П и др.), включаемым в цепь обмотки выходного трансформатора ТВС (рис. 20).

Накопленная в отклоняющих катушках во время прямого хода луча энергия вызывает после запираания лампы  $L_2$  (типа 6П13С) окончного каскада строчной развертки синусоидальное напряжение в обмотках трансформатора ТВС. Вначале из-за этого на аноде выходной лампы  $L_2$  образуется положительный импульс, а на аноде демпфирующего диода ( $L_4$ ) — отрицательный. Диод

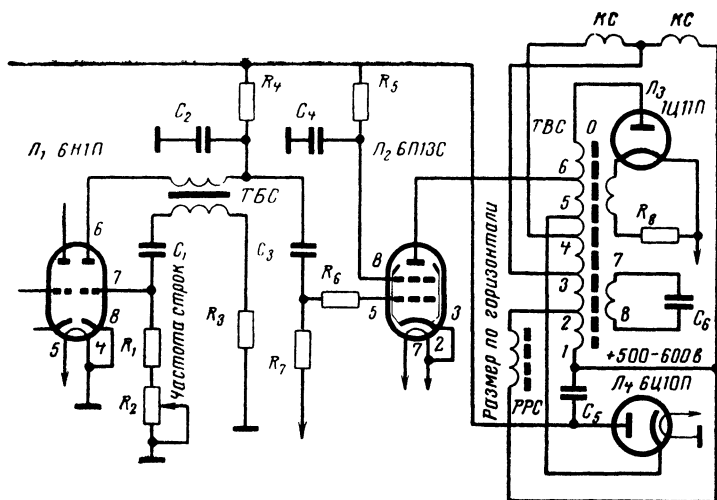


Рис. 20. Схема блока строчной развертки: РРС — регулятор размера строк, КС — строчные катушки

пирается. После окончания первого (положительного) полупериода паразитных колебаний начинается второй, отрицательный полупериод. При этом на обмотках образуется положительное напряжение, отпирающее диод, вследствие чего трансформатор сильно шунтируется и паразитные колебания срываються.

Возникший в обмотках ТВС демпферный ток создает начало линейного участка пилообразного тока, так как к концу протекания демпферного тока лампа  $\text{Л}_2$  выходного каскада уже отпирается.

Чтобы уменьшить непроизводительные расходы мощности на демпфирующем диоде применяют специальные схемы «с возвратом энергии по питанию».

Для стабилизации размера изображения по горизонтали в телевизорах с большим экраном применяют схемы на варисторе (полупроводниковый прибор, сопротивление которого уменьшается с увеличением напряжения на его выводах). Обычно варистор включают в цепь управляющей сетки лампы выходного каскада. Такая схема работает как автоматический регулятор размера строк и одновременно как стабилизатор высокого напряжения.

Другой особенностью строчной развертки является ее

большая чувствительность к помехам, поскольку для синхронизации и кадровой и строчной разверток используется принцип запуска генератора от синхроимпульсов, а частота строчных синхроимпульсов выше и длительность их близка к обычной длительности импульсной помехи.

Каждая строка и каждый кадр жестко связаны с синхроимпульсами, которые фиксируют время окончания строки или кадра и вызывают обратный ход луча.

При наличии импульсных помех или слабом сигнале синхронизация становится неустойчивой, поскольку вместе с синхроимпульсами на вход генераторов развертки поступают импульсы помех. Последние вызывают преждевременное отпирание блокинг-генератора и сбой начала строки.

Для устранения случайных импульсных помех применяются специальные методы улучшения синхронизации. Основные из них: инерционные системы синхронизации и ключевые. Основным элементом инерционной системы синхронизации является генератор синусоидальных колебаний частоты строк (в отличие от релаксационного). Колебания этого генератора подаются на блок формирования местных строчных импульсов (блокинг-генератор) и на фазовый детектор. На последний подаются также принятые синхроимпульсы. Фазовый детектор воздействует таким образом, что при совпадении принятых синхроимпульсов по фазе с нулевой фазой синусоидальных колебаний частота блокинг-генератора не меняется. Если частота генератора по какой-либо причине отличается от частоты синхроимпульсов или не совпадает по фазе, фазовый детектор воздействует на блокинг-генератор и заставляет последний изменить необходимым образом свою частоту. В то же время импульсы помех, имеющие случайный характер, не могут создать постоянного воздействия на фазовый детектор и, следовательно, сбить синхронизацию.

Другой, более распространенный вариант этой системы использует сравнение в фазовом детекторе фазы проходящих синхроимпульсов и пилообразного напряжения с выходного трансформатора строчной развертки. На выходе фазового детектора образуется напряжение того или иного знака, которое можно усилить и использовать для автоматической подстройки блокинг-генератора. В данной системе получается не жесткая синхронизация бло-

кинг-генератора с каждым приходящим синхроимпульсом, а автоматическая подстройка его частоты и фазы. Инерционность системы определяется большой постоянной времени системы автоподстройки, которая защищает блокинг-генератор от воздействия случайных импульсных помех.

Помехоустойчивость обычных безынерционных систем синхронизации может быть повышена применением ключевой системы. Каскад, выделяющий из полного телевизионного сигнала строчные синхроимпульсы, заперт большим отрицательным смещением и только приблизительно за 2 мксек до прихода каждого синхроимпульса кратковременно отпирается специальными импульсами. Таким образом, помехи могут вызвать преждевременное срабатывание блокинг-генератора только в том случае, если они придут в очень короткий промежуток времени между моментом отпираания ключевого каскада и моментом прихода синхроимпульса. Обычно импульсы для отпираания ключевого каскада получают с обмотки выходного строчного трансформатора.

**Высоковольтный выпрямитель (см. рис. 20).** В телевизионных приемниках высокое напряжение для питания кинескопа (обычно несколько киловольт) получают путем использования и преобразования импульсов высокого напряжения с выходного трансформатора ТВС. Для этих целей применяют специальные высоковольтные выпрямители на ламповых диодах-кенотронах (например, типа 1Ц11П; 1Ц21П и др.).

Можно разделить эти выпрямители на две основные группы: схемы с однополупериодным выпрямлением и схемы с удвоением напряжения.

При однополупериодном выпрямлении используется импульс напряжения, возникающий при обратном ходе луча. Как уже упоминалось ранее, этот импульс достигает значительных величин. Он выпрямляется высоковольтным кенотроном  $L_3$ , сглаживается специальным фильтром (на схеме не показан), состоящим из резистора и конденсаторов, и поступает на анод кинескопа.

В схемах с удвоением напряжения также используются импульсы положительного напряжения, возникающие при обратном ходе луча. Однако эти импульсы служат для зарядки специальной системы конденсаторов, при работе которой совместно с кенотроном на выходе выпря-

мителя образуется выпрямленное напряжение, равное примерно удвоенной амплитуде высоковольтных импульсов. Эта схема использовалась только в телевизорах старых образцов с неэффективной схемой строчной развертки и поэтому здесь не рассматривается.

### **Канал звукового сопровождения**

Большая часть схем канала звукового сопровождения телевизионных приемников сходна со схемами обычных радиовещательных приемников. Поэтому ниже рассматриваются только особенности, отличающие радиовещательный и телевизионный приемники.

Высокочастотный блок телевизора принимает, преобразует и усиливает как сигналы изображения, так и сигналы звукового сопровождения. Для разделения видеосигналов и сигналов звукового сопровождения в телевизионных приемниках используют два основных типа схем: с отдельными каналами изображения и звука и схемы с выделением звука по методу биений (одноканальные телевизоры).

В первом случае сигналы звукового сопровождения отделяют от видеосигналов сразу после смесителя или в первых каскадах усилителя промежуточной частоты. На выходе смесителя в его анодной цепи в этом случае включают два контура. Один из них настроен на промежуточную частоту изображения, другой — на промежуточную частоту звукового сопровождения. Далее в канале звукового сопровождения производится усиление выделенной промежуточной частоты, детектирование и т. д.

Однако наибольшее распространение получила схема одноканального усиления. Как уже рассматривалось ранее, в этой схеме каскады УПЧ телевизора усиливают одновременно видеосигналы и сигналы звукового сопровождения и направляют их на видеодетектор и видеоусилитель. Таким образом, отпадает необходимость в специальных каскадах УПЧ звука, общая конструкция телевизионного приемника упрощается.

При рассмотрении работы видеодетектора уже упоминалось, что на нем при детектировании видеосигналов одновременно образуется разностная частота  $6,5 \text{ МГц}$ . Это вторая промежуточная частота звукового сопровож-

дения, образующаяся из постоянной разности промежуточных частот изображения и звукового сопровождения (31,5 и 38 МГц). В видеодетекторе, как и в обычном смесителе, на выходе образуются комбинационные частоты. Одна из них разностная частота  $6,5 \text{ МГц} \pm 50 \text{ кГц}$ . Дополнительная разность  $\pm 50 \text{ кГц}$  образуется потому, что сигналы звукового сопровождения промодулированы по частоте, а не по амплитуде.

Для выделения полученной разностной частоты используют схему, приведенную на рис. 21. На выходе детектора установлен контур, состоящий из конденсатора  $C_2$  и катушки индуктивности  $L_2$ . Этот контур настроен на частоту 6,5 МГц. Поэтому полученная разностная частота выделяется на контуре и направляется в последующие каскады канала звукового сопровождения.

Контур  $L_2, C_2$  совместно с конденсатором  $C_1$  образует фильтр (используя метод последовательного резонанса), подавляющий помехи в канале изображения от разностной частоты.

Главным преимуществом рассмотренной схемы является небольшая зависимость качества звукового сопровождения от колебаний частоты местного гетеродина телевизора. Действительно, как бы не менялась частота, генерируемая гетеродином, и соответственно изменялись промежуточные частоты изображения и звукового сопровождения, разность между ними определяется только стабильностью частоты радиопередатчиков телецентра. А эта стабильность достаточно высока. Изменение же частоты гетеродина прежде всего сказывается на качестве изображения и может быть подстроено специальной ручкой «настройка гетеродина» телевизора.

В то же время все аналогичные схемы обладают одним недостатком, заключающимся в том, что невозможно произвести точную настройку гетеродина по качеству или силе звука. Гетеродин можно точно подстраивать только по сигналам изображения, когда передается испытательная таблица.

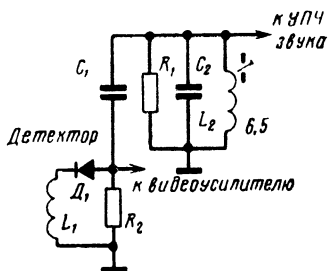


Рис. 21. Схема разделения каналов изображения и звукового сопровождения

Другим недостатком схемы является паразитная амплитудная модуляция сигнала звукового сопровождения. Наиболее широко для ее подавления используются амплитудные ограничители, работающие подобно уже описанному амплитудному селектору в канале синхронизации.

**Частотный детектор.** Поскольку для передачи звукового сопровождения используются частотно-модулированные сигналы, для их детектирования применяют специальные частотные детекторы. Основная задача детектора — выделить низкочастотный звуковой сигнал и преобразовать его в амплитудно-модулированный. Переход на амплитудную модуляцию необходим для того, чтобы обеспечить работу громкоговорителя.

Наиболее распространены два типа частотных детекторов — дискриминатор и детектор отношения (дробный детектор). В типовой схеме дискриминатора (рис. 22,а) применяется система индуктивно связанных контуров, настроенных на частоту 6,5 Мгц. Катушка индуктивности  $L_2$  вторичного контура имеет вывод от средней точки. Совместно с диодами  $D_1$  и  $D_2$  эти контуры образуют два амплитудных детектора. Индуцированное на каждой половине катушки индуктивности  $L_2$  напряжение детектируется и попадает на резисторы  $R_1$  и  $R_2$ . Сюда же через конденсатор  $C_1$  и цепь от средней точки катушки индуктивности  $L_2$  подается напряжение  $U_1$ . Все эти напряжения, взаимодействуя между собой, образуют на выходе дискриминатора результирующее выходное напряжение.

Если на дискриминатор не поступает модулирующий звуковой сигнал, то на резисторах  $R_1$  и  $R_2$  создаются напряжения, равные по величине, но противоположные по знаку. Поэтому результирующее выходное напряжение будет равно нулю.

При поступлении на детектор модулированной частоты, то есть частоты, отличающейся от несущей и резонансной частот контуров, на сопротивлении нагрузки образуется результирующее напряжение, отличное от нуля. Знак этого напряжения и его величина пропорциональны величине и направлению отклонения частотно-модулированного сигнала звукового сопровождения. Другими словами, чем больше отклонение частоты пришедшего сигнала от резонансной частоты контуров дискриминатора,



тем больше выходное напряжение. При этом, если частота ниже резонансной, то выходное напряжение имеет положительный знак, если выше — отрицательный.

Дискриминатор прост и надежен в эксплуатации, но требует обязательного включения в канал звукового сопровождения ограничительного каскада, так как сам дискриминатор не подавляет полностью паразитную амплитудную модуляцию. Поэтому наибольшее распространение получил дробный детектор или детектор отношений (рис. 22, б).

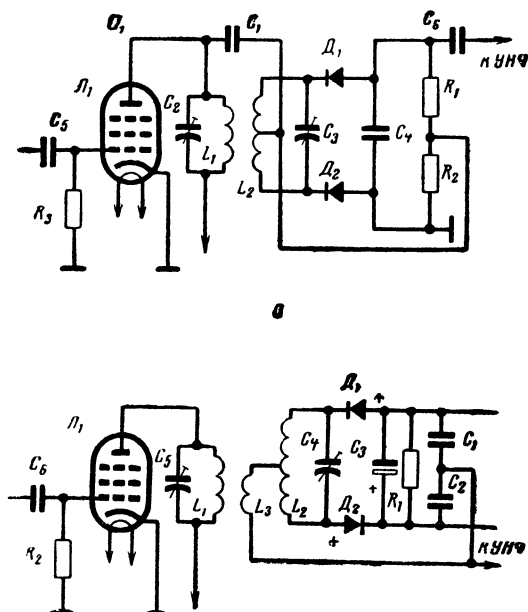


Рис. 22 Принципиальные схемы частотных детекторов: а — дискриминатор; б — дробный детектор

В отличие от дискриминатора у дробного детектора диоды включены последовательно. Это позволяет повысить чувствительность детектора и лучше подавлять паразитную амплитудную модуляцию. Дело в том, что на резисторе  $R_1$  образуется постоянное напряжение от дио-

дов детектора, а небольшие амплитудные колебания сигнала сглаживаются конденсатором большой емкости  $C_3$ .

В дробном детекторе широко применяется чисто индуктивная связь между первичным и вторичным контурами. Включенная в середину катушки индуктивности  $L_2$  катушка  $L_3$  имеет сильную связь с катушкой индуктивности первичного контура  $L_1$ . Так же, как на выходе дискриминатора, на выходе дробного детектора образуется результирующее амплитудно-модулированное напряжение низкой частоты, которое подается на каскады усилителя низкой частоты.

### **Блок питания**

Для нормальной работы на блоки и узлы телевизора должно поступать напряжение накала ламп, анодное напряжение, экранное напряжение, напряжение смещения и т. п. Следовательно, нужно предусмотреть блок, где переменное напряжение электрической сети было бы преобразовано в нужные для работы телевизора переменные и постоянные напряжения. Именно для этих целей в телевизоре имеется блок питания с выпрямителем. Поскольку для анодов и экранных сеток приемно-усилительных ламп требуется напряжение много меньшее, чем для анода кинескопа, выпрямитель блока питания называют низковольтным.

В современных телевизорах встречаются два типа низковольтных выпрямителей: с трансформатором и бестрансформаторные.

Наиболее удобным и широко распространенным вариантом является схема выпрямителя с трансформатором (рис. 23). В этом выпрямителе напряжение сети повышается при помощи трансформатора и выпрямляется по обычной двухполупериодной схеме. Вместо кенотрона довольно часто устанавливают цепочку полупроводниковых диодов, что позволяет избавиться от обмотки для питания накала кенотрона.

Конденсаторы  $C_1$  и  $C_2$  емкостью по 0,01 мкф служат для подавления электрических помех из сети. Резистор  $R_1$  (30—40 ом) служит для уменьшения броска тока в момент включения телевизора.



присме телепрограммы. Для упрощения отыскания неисправного элемента или блока телевизора и для правильной его настройки служит испытательная таблица 0249 (рис. 24). Эта таблица позволяет оценить качество фокусировки, контрастность, яркость, размер и линейность изображения, четкость, устойчивость синхронизации, симметричность чересстрочной развертки, наличие частотных и фазовых искажений.

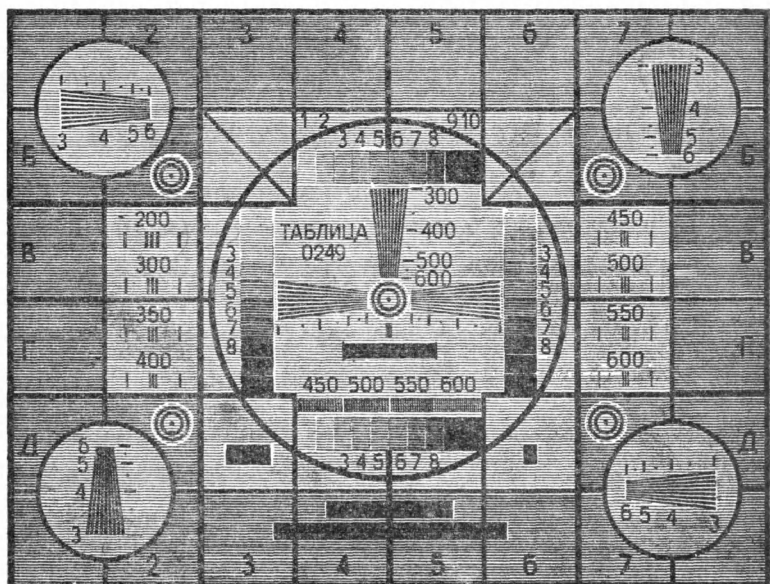


Рис. 24. Испытательная телевизионная таблица 0249

Дополнительным достоинством испытательной таблицы является возможность определить качество приема (условия приема), правильность установки антенны. Найденное по таблице отклонение от стандартов облегчает отыскание конкретного повреждения в телевизоре.

**Синхронизация.** Исправная синхронизация обуславливает устойчивость изображения на экране телевизора и проверяется довольно просто. В любом телевизоре есть ручки регулировки частоты строк и частоты кадров, с их помощью и устанавливается устойчивое изображение.

1. При вращении ручки частоты кадров в ту или иную сторону от соответствующего устойчивому приему положения изображение должно перемещаться вверх или вниз и легко устанавливаться на место.

2. При вращении ручки частоты строк изображение искажается, смещаясь в ту или иную сторону, на экране появляется большое число черных полосок. К нарушениям синхронизации относятся: искривление вертикальных линий на изображении или таблице, смещение одной или нескольких строк и т. п. Такие искажения бывают вызваны также плохой фильтрацией в блоке питания телевизора.

3. Устойчивая синхронизация должна обеспечиваться при некотором среднем положении ручек регулировки частоты кадров и частоты строк. Должен быть некоторый запас вращения этих ручек в обе стороны от нормального.

4. Синхронизация не должна нарушаться при регулировке контрастности изображения.

Проверка и установка синхронизации является первым шагом в настройке телевизионного приемника. Следующим шагом является подстройка необходимых для нормального приема контрастности и яркости изображения.

**Контрастность и яркость.** Под контрастностью изображения понимается отношение двух наиболее разнящихся по яркости элементов изображения, то есть яркости на наиболее темной части изображения к яркости на наиболее светлой. Яркость и контрастность изображения всегда взаимосвязаны. При малой контрастности изображение можно рассмотреть, только установив малую яркость, и наоборот, увеличивая контрастность, нужно повысить и яркость. При исправном телевизоре должна обеспечиваться возможность просмотра передач при нормальном дневном освещении комнаты.

Регулировкой должно обеспечиваться изменение контрастности от едва заметного изображения до чрезмерно черного. А регулировка яркости при нормальной контрастности должна позволять получать яркость от полного затемнения экрана до расфокусировки светлых мест в изображении.

Проверка телевизора на контрастность и яркость по испытательной таблице производится по двум вертикаль-

ным и двум горизонтальным полоскам в центральном круге. Каждая такая полоска разделена на 10 равных частей постепенного перехода от черного к белому. Рядом с полосками имеются цифры от 3 до 8. При правильной установке яркости и контрастности должно различаться не менее 6—8 таких частей, являющихся градациями яркости.

**Фокусировка и форма электронного луча.** От качества фокусировки зависит возможность получения резко очерченных линий по всему экрану при нормальной яркости и контрастности изображения по горизонтали и вертикали в центре и по краям экрана.

Для проверки фокусировки в таблице пользуются окружностями малого диаметра, расположенными в самом центре таблицы и в квадратах Б-2, Б-7, Д-2 и Д-7. При нормальной фокусировке толщина линий всех окружностей должна быть одинаковой во всех направлениях, а в центре окружностей должны быть видны черные точки.

Применение в современных телевизорах электростатической фокусировки обеспечивает хорошую различимость этих окружностей, надежную фокусировку изображения. Поэтому в таких телевизорах нет ручки фокусировки, а регулировка в необходимых случаях производится перемещением магнита ионной ловушки.

**Линейность и размер изображения.** Для проверки линейности служит большой круг в центре экрана и по углам — малые круги с испытательными клиньями. При нарушении линейности по вертикали круги приобретают яйцеобразную форму в вертикальном направлении, а по горизонтали — в горизонтальном направлении.

Размер изображения проверяется получением изображения, заполняющего весь экран. Допускается иметь размер изображения, превышающий номинальный на 4—5%. Обычно регулировки размера и линейности связаны друг с другом. Они наибольшим образом зависят от величины напряжения сети, питающей телевизор. При понижении напряжения размер изображения уменьшается. Допустимые колебания напряжения сети обычно не должны превышать 5% в сторону увеличения и 10% в сторону уменьшения.

**Четкость**, или разрешающая способность, определяется воспроизведением на экране телевизора мелких деталей изображения. Четкость по горизонтали показывает,

сколько черных и белых линий может быть воспроизведено вдоль строки. Четкость по горизонтали регулируется, как правило, ручкой настройки гетеродина (ручка настройки, смонтированная совместно с ручкой переключателя каналов, программ).

Установка частоты гетеродина производится по наибольшей четкости вертикального клина в центре испытательной таблицы (рядом с клином имеются надписи — 300, 400, 500, 600), то есть добиваются такого положения, чтобы можно было различить его полосы почти по всей их длине.

С другой стороны, проверяется отсутствие в этом положении многоконтурности изображения, помех от сигналов звукового сопровождения в виде горизонтальных темных полос, меняющих свою ширину и положение в такт со звуком. Если звук высокого тона, то полосы узкие и довольно частые; при низком тоне они широкие и редкие.

В ряде телевизионных приемников дополнительно имеется ручка регулировки четкости, связанная с корректором четкости. Корректор четкости дает возможность устранить искажения изображения в виде «пластики» и размазывания. «Пластикой» называют искажения изображения, при которых справа от черных линий таблицы образуется белая окантовка, придающая изображению неестественную рельефность.

Четкость по вертикали зависит в основном от ширины строк и симметричности их расположения, то есть работы чересстрочной развертки.

В целом четкость изображения по вертикали и по горизонтали зависит от диаметра развертывающего луча кинескопа (толщины луча).

Из-за кривизны экрана кинескопа и ряда других причин четкость изображения в центре экрана и по его краям неодинакова. Поэтому в испытательной таблице, кроме уже упомянутых клиньев в центре и в квадратах Б-2, Б-7, Д-2 и Д-7, предусмотрены группы черточек в квадратах В-2, В-7, Г-2 и Г-7.

Четкость изображения (в линиях) определяется по отметкам около клиньев и черточек, обозначенных цифрами 300, 400, 500 и 600. Она отсчитывается по той отметке, где черные и белые линии клина перестают быть видимыми раздельно по всей его ширине.

*Внимание! Четкость по горизонтали определяют по вертикальным клиньям и черточкам, а по вертикали — по горизонтальным.*

**Чересстрочная развертка.** Как уже упоминалось, каждый кадр изображения передается двумя полукадрами, строки которых должны располагаться строго посередине строк другого полукадра. Такая система устраняет мелькание изображения и называется чересстрочной разверткой.

При нарушении чересстрочной развертки изменяется расстояние между строками первого и второго полукадра. При значительном изменении этого расстояния строки полукадров сливаются и становится заметной линейная (строчная) структура изображения.

Для проверки исправности чересстрочной развертки в квадратах Б-3 и Б-6 испытательной таблицы предусмотрены диагональные линии. Нарушения развертки определяются утолщением линий или возникновением на этих линиях зубчатых выступов. Кроме того, узкие концы горизонтальных клиньев в центре таблицы веерообразно изгибаются вверх и вниз.

**Частотные и фазовые искажения.** Не рассматривая физические основы этого рода искажений, напомним, что крупные детали изображения и постепенные, плавные переходы от черного к белому и наоборот имеют только низкочастотные составляющие. Мелкие детали и резкие переходы яркости могут быть переданы только высокочастотными составляющими.

Для проверки частотных и фазовых искажений в испытательной таблице предусмотрены черные прямоугольники в квадратах Д-3, Д-6 и Е-3, Е-4, Е-5, Е-6, а также вертикальные черточки, размещенные по обе стороны от групп определения четкости (три близко расположенные вертикальные черточки с цифрами над ними 200, 300 и т. д.) в квадратах В-2, Г-2, В-7 и Г-7.

Прямоугольники служат для проверки прохождения низких частот. При плохом их пропускании чернота полос становится неодинаковой по длине, а справа появляются серые хвосты («тянучка»).

Вертикальные черточки служат для проверки высокочастотной характеристики. Искажения здесь определяются появлением многократных повторов черточек на равном расстоянии друг от друга. Не нужно путать



со случаем приема антенной отраженных сигналов, сдвигивающих и страивающих изображение. Здесь черточки повторяются на разных расстояниях друг от друга.

**Геометрические искажения раstra.** Такие искажения встречаются не часто и вызываются в основном неисправностями работы или расположения деталей отклоняющей системы (ОС — для телевизоров с электростатической фокусировкой, ФОС — с электромагнитной).

Поворот отклоняющей системы от вертикали вызывает соответствующий наклон раstra, неточное взаимное расположение кадровых и строчных катушек вызывает искажения раstra в виде трапеции, параллелограмма. Встречаются искажения раstra в виде «бочки» или «подушки».

В целом настройка телевизора по испытательной таблице позволяет опытному мастеру достаточно точно определить место и причину повреждения в канале синхронизации или канале изображения, а также в отклоняющей системе.

Поскольку телевизионные программы передаются в УКВ диапазоне, их прием может сопровождаться различного рода индустриальными помехами: от близко работающего радиоприемника, медицинских электроприборов, системы зажигания автомашин и т. п. Каждая помеха вызывает свои характерные искажения изображения. В инструкциях по эксплуатации телевизора, в телепрограммах и в справочно-технической литературе по телевидению довольно подробно рассказывается о воздействии помех на телевизионный прием, показаны многочисленные примеры. Поэтому в настоящей брошюре они не приводятся.

## **ОТЫСКАНИЕ И УСТРАНЕНИЕ НЕИСПРАВНОСТЕЙ В ТЕЛЕВИЗОРЕ**

Телевизор является весьма сложным аппаратом, состоящим из большого количества деталей, элементов и узлов. В процессе эксплуатации телевизора возможен выход из строя отдельных деталей, что может вызывать ухудшение качества его работы или полную его неисправность. Способы отыскания неисправностей отличаются большим разнообразием, однако существуют об-

шие правила последовательности действий при их отыскании и устранении. Ремонт телевизора, как и любого другого радиотехнического аппарата, делится на три основных этапа:

отыскание причины неисправности;

устранение неисправности (замена неисправной детали, устранение замыкания, восстановление контакта и т. п.);

проверка работоспособности аппарата после устранения найденной неисправности.

Обычно отыскание неисправности, как правило, сложнее и отнимает гораздо больше времени, чем собственно ее устранение. При этом нужно учесть, что причиной плохой работы телевизора может явиться не только его собственная неисправность, но и плохие условия приема, неверная установка антенны, неисправность антенного усилителя коллективной антенны, промышленные и иные помехи, нестабильность напряжения питающей телевизор электросети и т. п. Эти обстоятельства требуют, чтобы прежде всего были проверены внешние условия и блок питания. Лишь после этого приступают собственно к ремонту приемника.

Поиск неисправности облегчается тем обстоятельством, что телевизор по сути делится на три основные части (видеоканал, канал звукового сопровождения и канал синхронизации). Четко зная блок-схему подлежащего ремонту телевизора, функции каждого канала, блока, каскада, узла телевизора, а также назначение и взаимосвязь отдельных его узлов и блоков, можно достаточно легко определить, в каком из них следует искать неисправность.

Прежде всего нужно проверить исправность блока питания. Обычно бывает достаточно посмотреть через вентиляционные отверстия в задней крышке телевизора, горят ли нити накала ламп. Так как большинство ламп телевизора имеет стеклянный баллон, это легко определить.

Если лампы не светятся, требуется проверить исправность предохранителя, обычно помещаемого в задней, съемной крышке телевизора. Нужно иметь в виду, что, как правило, перегоревший предохранитель — следствие неисправности в блоке питания телевизора, в общем случае — в каком-то узле телевизора.

Основным узлом блока питания является низковольтный выпрямитель, наиболее характерные неисправности которого следующие.

*Не горят нити накала ламп и кинескопа.* Следует проверить наличие напряжения в сетевой розетке (хотя бы включением в эту розетку настольной лампы). Далее проверяется исправность шнура и штепселя, выключателя и затем колодки переключения напряжения трансформатора. Обычно такая проверка производится тестером (омметром) обязательно при выключенном из сети телевизоре.

*При включении телевизора сгорает предохранитель.* Требуется проверить, нет ли короткого замыкания в обмотках трансформатора питания, кенотроне, деталях фильтра (дресселе и электролитических конденсаторах), или нагрузке.

В некоторых телевизорах в анодной цепи установлен дополнительный предохранитель. Его сгорание прямо указывает на неисправность (обычно короткое замыкание) в анодной цепи.

Если блок питания исправен, то при исправных каскадах канала синхронизации разверток на экране телевизора при его включении появляется растр. Растр не зависит от наличия на входе телевизора сигналов, поэтому нельзя определить неисправность блоков телевизора, осуществляющих усиление звука и изображения.

Генераторы строчной и кадровой разверток при отсутствии сигнала синхронизации с телецентра работают независимо. Поэтому, когда на экране телевизора вместо растра появляется светящаяся полоса, это говорит о неисправности одной из разверток: при горизонтальной полосе — цепи развертки кадров, при вертикальной — строчной развертки.

Кроме того, исправность цепей строчной развертки обуславливает работу высоковольтного выпрямителя, поэтому при определенных неисправностях строчной развертки на экране телевизора растр может полностью отсутствовать.

Другими основными причинами отсутствия растра могут быть неисправность высоковольтного кенотрона и высоковольтного выпрямителя в целом, неисправность кинескопа, неисправность в цепи регулировки яркости и неправильное положение магнита ионной ловушки.

*Экран телевизора светится (растр есть), но даже при полностью введенной ручке контрастности и при любом положении ручки настройки гетеродина нет ни звука, ни изображения: неисправность следует искать в блоках телевизора, общих для звука и для изображения (блок ПТП или ПТК, каскады УПЧ и т. п.).* Еще раз следует проверить, как включена антенна, исправность антенного штеккера.

*Есть изображение, но нет звука.* В этом случае необходимо провести проверку всех каскадов канала звукового сопровождения, начиная с видеодетектора или видеоусилителя, где производится отделение звукового сопровождения от сигналов изображения.

*Отсутствует изображение, звук и растр есть.* Чаще всего это неисправен видеоусилитель. Можно привести еще много примеров, но главная наша задача показать, каким образом выявляется неисправный канал.

Выявив неисправный канал, можно определить неисправный каскад. По принципиальной электрической схеме выявляют, какие элементы в него входят.

После определения узла или каскада, нарушившего работу телевизора, приступают к отысканию конкретной причины неисправности, придерживаясь следующей последовательности: сначала проверяются лампы, затем производят осмотр элементов схемы и монтажа с целью выявить неисправную деталь. Если внешний осмотр не позволяет определить неисправность, то сначала измеряют номиналы напряжений в определенных точках схемы, затем с помощью тестера измеряют параметры элементов схемы и определяют их неисправность. В особо сложных случаях приходится пользоваться специальной измерительной аппаратурой.

Используя метод «внешнего осмотра», то есть определение неисправности по искажениям на экране кинескопа, по отсутствию или искажению звука на динамике, по внешнему виду элементов схемы (о чем будет сказано ниже), применяют другие:

а) метод замены, то есть установка заведомо исправного элемента взамен проверяемого. Если в результате замены элемента лампы дефект исчезнет, значит, проверяемый был неисправным. Метод замены прост для радиоламп и других съемных элементов. Для других эле-

ментов схемы он применим только после проведения электрических измерений;

б) метод измерений электрических режимов наиболее универсален в процессе отыскания неисправности.

Чаще всего проверяют действующие в схеме напряжения и их соответствие номинальным, а также соответствие номинальным величин сопротивлений. Поэтому в инструкциях по эксплуатации телевизоров, как правило, помещаются карта напряжений и карта сопротивлений. Иногда карту называют также схемой или диаграммой. Карта отражает расположение отдельных деталей и узлов телевизора на шасси или отдельном блоке, плате, показывает точки включения измерительного прибора. Обычно это панели ламповых колодок, выводные лепестки трансформаторов, выводы электролитических конденсаторов и т. п. Панели, лепестки и элементы обычно пронумерованы в соответствии с принципиальной электрической схемой телевизора. А размещение элементов обычно показывает с внутренней стороны шасси (не со стороны ламп). От соответствующей точки включения измерительного прибора идет линия, на которой указывается величина номинального напряжения (рис. 25) или сопротивления относительно шасси телевизора.

Величину сопротивления измеряют только при выключенном и полностью обесточенном телевизоре. Величину напряжения можно измерить, лишь соблюдая

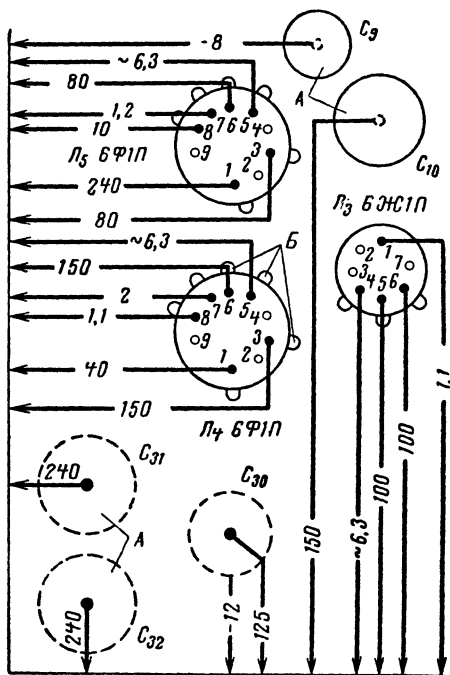


Рис. 25. Карта напряжений

правила техники безопасности. В большинстве случаев вполне допустимо расхождение в пределах  $\pm 20\%$  между номиналом напряжения или сопротивления, указанным в карте и полученным при измерениях. Если расхождение больше, производится поочередная проверка деталей, входящих в измеряемую цепь. Отклонение режима от номинального служит ориентиром в отыскании неисправности. Режимом называют усредненное значение электрических величин (тока, сопротивления, напряжения), характеризующее нормальные условия работы всего телевизора, отдельного его каскада или участка схемы.

Самыми распространенными и легко обнаруживающимися причинами нарушения режима являются короткое замыкание и обрыв или нарушение контакта в монтаже. Методом последовательных измерений в цепи отыскивается место нарушения.

Как показывает статистика, практически половина всех случаев неисправности телевизоров зависит от выхода из строя радиоламп. Поэтому остановимся более подробно на способах определения их неисправности.

Основными неисправностями в радиолампах являются: перегорание нити накала, потеря или ухудшение контакта между электродом и ножкой (выводом) радиолампы, замыкание между электродами, потеря эмиссии.

Перегорание нити накала в стеклянных лампах определить очень легко. Когда нить накала исправна, ее темно-вишневое свечение отчетливо просматривается. Об исправности нити накала лампы с металлическим баллоном можно судить по температуре ее баллона после включения телевизора на 3—4 минуты. Если нить накала неисправна, баллон лампы остается холодным.

В радиолампах со стеклянным баллоном можно при определенном навыке определять и другие неисправности. Так, покраснение анода говорит о нарушении режима работы лампы, которое может быть вызвано как неисправностью самой лампы, так и выходом из строя элементов схемы каскада. Нарушение вакуума в баллоне лампы вызывает фиолетовое свечение внутри баллона (лампа «газует») либо стенки баллона покрываются молочным налетом.

Если наружный осмотр лампы не позволяет судить об ее исправности или неисправности, проверку можно

произвести, заменяя эту лампу на лампу такого же типа из другого каскада, заведомо исправного.

Способ перестановки ламп позволяет осуществить две задачи: определить исправность проверяемого каскада, куда поставлена исправная лампа из другого каскада, и уточнить качество подозреваемой лампы, так как при ее неисправности и другой каскад не будет работать. Как правило, нужно стараться менять местами однотипные лампы, работающие в разных каналах. Например, при неисправности блока синхронизации исправную лампу брать из канала звука и т. п. В каждом отдельном случае возможность такой перестановки определяется маркой телевизора, количеством и типами установленных в нем ламп.

Широкое применение в схемах телевизоров полупроводниковых диодов делает необходимым рассмотреть возможные их неисправности. Основными неисправностями полупроводниковых диодов являются обрыв, короткое замыкание или пробой и недостаточное соотношение между величинами прямого и обратного сопротивления (утечка).

Внешним осмотром определить неисправность диодов нельзя, нужно пользоваться для этой цели омметром. Сопротивление диода измеряется в прямом и обратном направлении. Их нормальное соотношение должно быть не хуже  $1 : 10$ , причем в прямом направлении сопротивление диода обычно составляет сотни ом.

Особенно жесткие требования к полупроводниковым диодам предъявляются, если они работают в симметричных схемах (например, дискриминатор или дробный детектор и т. п.). Здесь соотношение между прямой и обратной проводимостью диода должно составлять не менее  $1 : 100$  и, кроме того, оба диода симметричной схемы должны иметь очень близкие значения прямого и обратного сопротивления.

Поскольку неисправности диодов могут возникнуть от их перегрева, то монтаж и пайку диодов нужно производить осторожно: место припайки должно находиться не менее  $10 \text{ мм}$  от корпуса диода, пайка должна производиться к заранее пролуженному лепестку или детали. Следует применять теплоотвод (пинцет, плоскогубцы, удерживающие вывод диода) между местом пайки и корпусом диода.

*Внимание! Проверка исправности элементов схемы (диодов, резисторов, конденсаторов и т. п.) должна про-*

*изводиться только при выключенном, обесточенном телевизоре.*

Наиболее многочисленными элементами схемы телевизионного приемника являются резисторы и конденсаторы. Характерные неисправности резисторов: разрушение или перегорание токопроводящего слоя или проводника (в проволочных резисторах), отклонение величины сопротивления от номинала (обычно в сторону увеличения сопротивления у высокоомных резисторов — от 1 Мом и выше), нарушение контакта с выводами (обычно у переменных резисторов).

Неисправные постоянные резисторы часто удается обнаружить при внешнем осмотре по потемнению или обугливанию их эмалевого покрытия, а также по появлению на них светлого колечка или отслаиванию части покрытия.

В переменных резисторах неисправность можно обнаружить при вращении ручки, что вызывает трески, шорохи в динамике, резкое изменение громкости или скачкообразное изменение размеров раstra, его центровки и т. п.

Однако чаще всего внешний осмотр бывает недостаточным. Нужно использовать для проверки резистора омметр. При измерении номинала резистора необходимо учитывать, что по схеме в ряде случаев имеются параллельные ему цепи. Чтобы исключить их влияние, резистор необходимо отсоединить (отпаять) от схемы по крайней мере с одной стороны.

Гораздо сложнее оказывается проверка конденсаторов. Как правило, внешний их осмотр не дает возможности судить о неисправности. С помощью омметра можно выявить только некоторые неисправности конденсатора. К основным неисправностям конденсатора относятся полный пробой (короткое замыкание), обрыв выводов или нарушение контакта, потеря емкости и утечка (обычно у электролитических конденсаторов). В том случае, когда параллельно проверяемому конденсатору подключены другие цепи, один из выводов конденсатора нужно отсоединить от схемы.

Способы проверки конденсатора зависят от его типа и емкости.

При пробое конденсатора подключенный к его выводам омметр показывает сопротивление, равное или близ-



кое к нулю. При частичном пробое сопротивление конденсатора существенно ниже обычного и достигает максимум до нескольких сот ом. Нужно иметь в виду, что конденсатор большой емкости при подключении омметра вызовет резкое отклонение стрелки прибора в сторону нулевых показаний. Только по мере зарядки конденсатора стрелка омметра возвращается к какому-то определенному показанию (обычно при исправном конденсаторе порядка сотен килоом).

Если при подключении к конденсатору большой емкости прибор покажет какое-то сопротивление без резкого броска стрелки, то либо у конденсатора нарушен контакт с электродом, либо велика утечка (конденсатор «высох»).

В переменных и подстроечных конденсаторах обычны механические повреждения: нарушение контакта с выводами, излом контактного лепестка, замыкание между обкладками из-за их искривления и т. п. Такие повреждения иногда можно определить при внешнем осмотре.

Очень распространенным случаем неисправности телевизора является нарушение в монтаже.

Взяв пинцетом концы проводов или выводы деталей и слегка потянув их, можно убедиться в отсутствии обрывов в соединительных проводниках и замыканий между ними и элементами монтажа, в надежности контактов в местах паяк и сварок, отсутствии изломов выводных и монтажных лепестков и т. п.

Нарушение контакта обычно выявляется легко. При этом особое внимание следует обратить на места неровной пайки и сварки и те, где мало количество припоя. Крепление навесных деталей монтажа должно быть достаточно прочным, а провода и детали очищены от пыли и грязи, являющихся проводниками и снижающими изоляцию между деталями.

В телевизорах все большее распространение получает печатный монтаж. Если в телевизорах с навесным монтажом сравнительно легко разобраться в монтажной схеме и найти нужную деталь, то при печатном монтаже это несколько сложнее. Кроме того, помимо обычных для навесного монтажа неисправностей, в печатном монтаже встречаются и специфические неисправности: перегорание платы, перегорание, разрывы и отслоения тоководящих линий (дорожек), пробой между токопро-

водящими линиями, а также нарушение соединения этих линий с контактными выводами, лепестками и деталями. Обычно эти неисправности обнаруживаются при внешнем осмотре. Однако необходима дополнительная проверка с помощью омметра, так как несмотря на кажущуюся наглядность, трещины в монтажных линиях, нарушающие контакт, могут остаться незамеченными.

Если не удастся определить причину неисправности внешним осмотром, то производится проверка режима работы неисправного узла или каскада. Поскольку замер режимов производится при включенном телевизоре, то прежде, чем приступить к работе, необходимо ознакомиться с правилами техники безопасности.

Всегда следует быть внимательным при работе. Неосторожность может повлечь за собой тяжелую травму.

Рекомендуем читателю не ограничиваться прочтением и изучением только одной брошюры по телевизорам. Для квалифицированной эксплуатации телевизора и особенно для качественного его ремонта нужно знать многое. Воспользуйтесь многочисленной популярной и специальной литературой по этому вопросу. Телевидение стоит этого!

### Литература:

Костылев Ю. В., Крыжановский В. Д. Основы телевидения. Воениздат, 1965.

Кузнец Л. М., Матузале Е. В., Рыманов Е. А. Приемная телевизионная техника. Справочник. Изд. «Связь», 1968.

Айсберг Е. Д. Телевидение? Это очень просто! Изд. «Энергия», 1967.

Ельшкевич С. А. Устранение неисправности в телевизоре. Госэнергоиздат, 1963.

Виноградов Л. Н. Учитесь ремонтировать свой телевизор. Изд. «Связь», 1967.

Виноградов Л. Н. Учебное пособие для подготовки мастеров по ремонту телевизоров. Изд. ДОСААФ, 1965.

Кузнец Л. М. Неисправности в телевизорах. Изд. «Энергия», 1967.

Жеребцов И. П. Радиотехника. Связьиздат, 1958.

Чистяков Н. И., Сидоров В. М., Мельников В. С. Радиоприемные устройства. Связьиздат, 1958.



Цена 15 коп.