

# ПРИБОР ДЛЯ ОРИЕНТИРОВКИ АНТЕНН ДМВ

И. НЕЧАЕВ, г. Курск

**С трудностями при ориентировке антенн сталкиваются многие радиолюбители. Облегчить этот процесс могут специальные приборы — перестраиваемые индикаторы или измерители уровня. В частности, в "Радио" № 11 за 1996 г. (с. 8, 9) был описан прибор для ориентировки антенн в диапазоне МВ. В публикуемой здесь статье рассмотрено аналогичное устройство для диапазона ДМВ.**

Развитие сети эфирного телевизионного вещания в нашей стране идет по пути ввода в действие новых передатчиков, работающих в основном в диапазоне ДМВ. Очень часто бывает непросто добиться высококачественного приема телепрограмм в этом диапазоне. Большинство новых передатчиков, как правило, имеют небольшую мощность, низкую высоту установки передающих антенн, нередко расположенных в разных городских районах.

Все это приводит к тому, что применение комнатных антенн становится невозможным. Приходится использовать эффективно направленные антенны, размещать их вне жилого помещения и на значительном удалении от телевизора. В свою очередь, это вызывает дополнительное затухание сигнала в соединительном кабеле, что вынуждает применять антенные усилители. Кроме того, возникает проблема ориентировки антенн.

В решении указанных проблем поможет предлагаемый для повторения радиолюбителями относительно несложный прибор. Он позволяет значительно упростить процедуру ориентировки и приблизительно определить уровень принимаемого телевизионного сигнала. Его габариты невелики (см. рис. 1, примерно как пачка сигарет), поэтому им удобно пользоваться при ориентировке антенн в самых различных местах.

Прибор разработан по просьбам читателей на основе схемотехники аналогичного устройства для диапазона МВ, описан-



Рис. 1

ного в «Радио» ранее. Схема его проще (см. рис. 2), а габариты — меньше. Прибор представляет собой приемник прямого

преобразования сигналов диапазона ДМВ и содержит усилитель ВЧ (VT1, VT2), гетеродин (VT3), смеситель (VT4), видеоусилитель (VT5, VT6) и амплитудный детектор (VD1, VD2). Уровень принимаемого сигнала индицируется стрелочной измерительной головкой PA1.

Телевизионный радиосигнал поступает на усилитель ВЧ, собранный по двухкаскадной схеме с глубокой отрицательной обратной связью по постоянному току через резистор R4. На входе усилителя ВЧ установлен фильтр ВЧ C1L1C2, который подавляет сигналы, лежащие ниже диапазона ДМВ. Для расширения интервала индикации уровня принимаемых сигналов на входе установлено два ВЧ разъема. Через разъем XS1 радиосигнал с антенны поступает на фильтр ВЧ. Подав тот же сигнал на разъем XS2, можно ослабить его в десять раз. Коэффициент передачи усилителя ВЧ равен примерно 15 дБ, а неравномерность АЧХ в интервале частот 470...800 МГц не превышает 1 дБ.

Усиленный сигнал приходит на смеситель. Туда же подан сигнал гетеродина. Результирующий видеосигнал через фильтр НЧ C1L4C12 с частотой среза 4 МГц проходит на видеоусилитель.

Гетеродин собран по схеме емкостной трехточки. Его частоту перестраивают конденсатором переменной емкости C8. Со смесителем гетеродин связан через катушку связи L3. Он работает в интервале ДМВ. Полоса преобразованных частот равна от 0,02 до 4 МГц. Поскольку в представленном варианте прибора зеркальный канал не подавляется, то его суммарная полоса пропускания равна примерно 8 МГц, что соответствует ширине одного телевизионного канала.

Выделенный видеосигнал, пройдя через видеоусилитель, детектируется амплитудным детектором, и полученное напряжение измеряется стрелочным индикатором.

Режим работы прибора изменяют переключателем SA1. В его положении 4 — «Выкл.» напряжение питания на прибор не поступает. В положении 3 — «Контроль» к батарее питания подключен резистор R25, через который протекает ток, равный потребляемому прибором. Через резистор R26 напряжение батареи приходит на стрелочный индикатор PA1, по которому контролируют его значение.

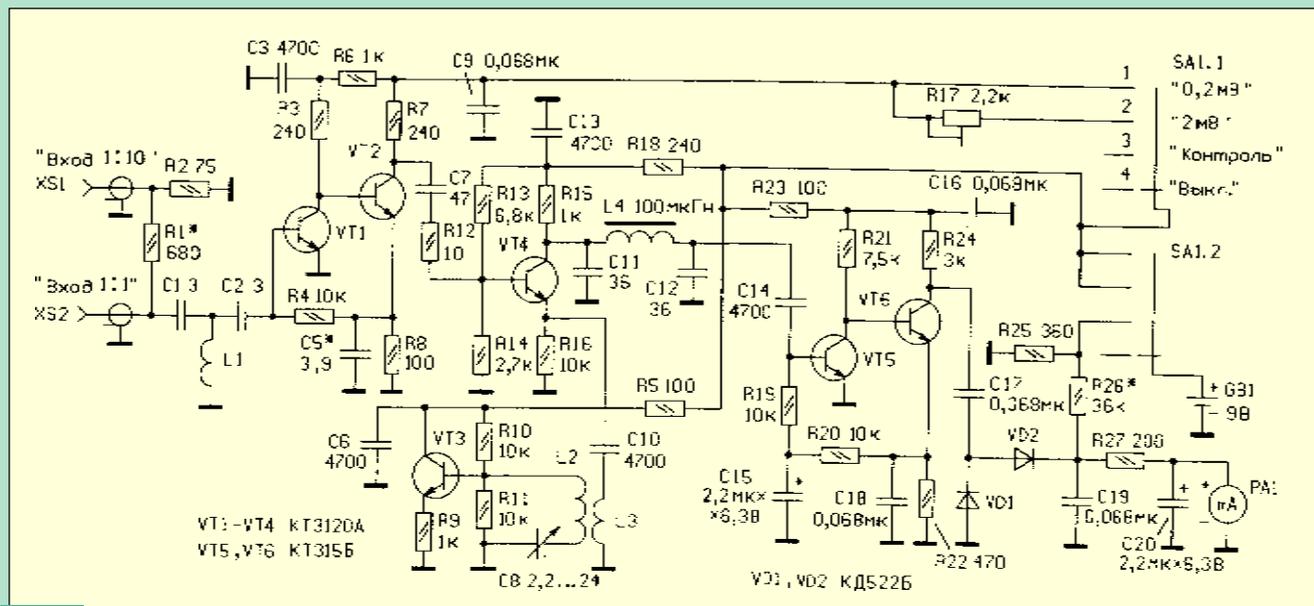


Рис. 2

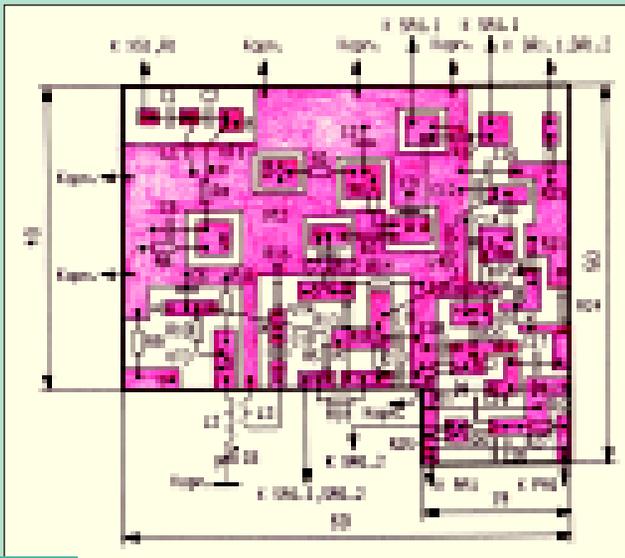


Рис. 3

В положениях 1 и 2 переключателя прибор работает в индикаторном режиме. В положении 1 — «0,2 мВ» напряжение батареи поступает непосредственно на все узлы прибора и максимальное значение показаний стрелочного индикатора равно 0,2 мВ. В положении 2 — «2 мВ» питающее напряжение на усилитель ВЧ приходит через подстроечный резистор R17, коэффициент передачи усилителя ВЧ уменьшается и максимальное значение шкалы уже будет соответствовать 2 мВ. Кроме того, чувствительность можно уменьшить еще в десять раз, подав сигнал на разъем XS2. Следовательно, максимальный индицируемый уровень равен 20 мВ, а минимальный определяется чувствительностью всего прибора и находится в пределах 20...40 мкВ.

Конструктивно детали прибора размещены в пластмассовом корпусе размерами 100×65×25 мм. При этом часть его служит батарейным отсеком, и для остальных деталей остается площадь размерами 60×65 мм. Здесь закреплен стрелочный индикатор M4761, имеющий большие размеры шкалы и относительно небольшую электромагнитную систему. Для индикатора в передней панели корпуса сделано прямоугольное окно размерами 50×25 мм. Сам стрелочный индикатор доработан: удалены части его корпуса с двух сторон вблизи электромагнитной системы. Если использовать индикатор меньших размеров, например M4762-M1, то такая доработка не требуется.

Большинство деталей расположены на печатной плате из двустороннего фольгированного стеклотекстолита, эскиз которой представлен на рис. 3. Сторона, свободная от деталей, оставлена металлизированной, она играет роль экрана и соединена в нескольких местах по периметру с общим проводом другой стороны платы.

Размещение узлов прибора внутри корпуса показано на рис. 4. Стрелочный индикатор 1 приклеен к дну корпуса, которое служит передней панелью. На индикатор приклеивают печатную плату 2. Рядом с электромагнитной системой 4 индикатора с одной стороны от нее устанавливают на корпусе конденсатор переменной емкости 5, а с другой — переключатель (загорожен системой 4). Под конденсатор перед его установкой необходимо подложить полос-

ку фольги 6 из луженой меди, которая должна быть соединена с общим проводом и экраном печатной платы 2. Для устранения влияния рук на настройку прибора часть платы, на которой размещены высокочастотные элементы, надо закрыть экраном 3 из фольги или тонкого одностороннего фольгированного стеклотекстолита, соединив его фольгу в нескольких местах с общим проводом.

В приборе можно применить, кроме указанных на схеме, транзисторы КТ382 (VT1 — VT4) с любым буквенным индексом, КТ315В, КТ315Г, КТ3102А — КТ3102Г (VT5, VT6) или аналогичные. Диоды — КД521, КД503, КД509 с любым буквенным индексом. Конденсаторы С15, С20 — К50, К53. Конденсатор переменной емкости С8 — 1КПВМ с воздушным диэлектриком. Остальные конденсаторы — КМ, КД, КЛС. Постоянные резисторы — МЛТ, С2-33 или С2-10, подстроечный R17 — СП3-19. При монтаже резисторов и конденсаторов в высокочастотных узлах прибора их выводы следует укоротить до минимально возможной длины.

Катушка L1 намотана проводом ПЭВ-2 0,2 на оправке диаметром 2 мм и содержит три витка с выводами длиной 2...3 мм. Катушки L2 и L3 намотаны на такой же оправке и содержат соответственно три и один виток провода ПЭВ-2 0,8. Катушка L2 установлена между соответствующей схеме площадкой печатной платы и выводом переменного конденсатора С8, а катушка L3 размещена вплотную к L2. Катушка L4 — дроссель ДМ-0,1.

Налаживание устройства начинают с проверки работоспособности гетеродина и установки его границ перестройки. Если есть возможность использовать частотомер, то его подключают к катушке L3. В ином случае придется воспользоваться телевизором, который настраивают на самый низкочастотный 21-й канал ДМВ и подносят его антенну вплотную к гетеродину. Ротор конденсатора С8 устанавливают в положение максимальной емкости и, сближая или раздвигая витки катушки L2, добиваются появления сигнала гетеродина в этом канале.

Далее ротор конденсатора С8 вращают до положения минимальной емкости и проверяют, на частоте какого канала работает гетеродин. Иногда это приходится делать приближенно, так как большинство современных телевизоров не имеет точных указателей номера или частоты канала ДМВ.

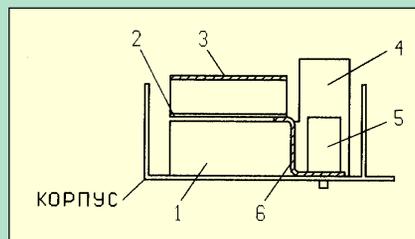


Рис. 4

Придется ориентироваться по сигналам работающих передатчиков.

Для указанных на схеме номиналов конденсатора переменной емкости гетеродин перестраивается с 470 до примерно 650...670 МГц, т. е. с 21-го по 44-й канал. Если этого окажется недостаточно, нужно применить конденсатор переменной емкости с большим в полтора раза значением максимальной емкости, а катушки L2, L3 намотать на оправке меньшего диаметра.

Если есть возможность настроить усилитель ВЧ, используя измерительный прибор, то это делают, предварительно отключив на время питающее напряжение от гетеродина. Подбором конденсатора С5 получают минимальную неравномерность АЧХ в требуемом интервале частот.

Затем, включив питание гетеродина, на вход прибора подают с образцового генератора сигнал амплитудой 1...2 мВ и частотой, соответствующей середине интервала перестройки. Прибор в положении 1 переключателя настраивают конденсатором С8 по максимальным показаниям индикатора. Если его стрелка зашкаливает, то уровень сигнала генератора уменьшают.

Далее, изменяя уровень сигнала генератора, определяют уровни: первый — когда прибор четко его регистрирует, т. е. когда стрелка заметно отклоняется, и второй — когда стрелка индикатора находится на максимальной отметке шкалы. Первый уровень соответствует чувствительности устройства. Если второй уровень находится в пределах 0,1...0,5 мВ, то можно градуировать шкалу индикатора. Если он больше — увеличивают коэффициент передачи в усилителе ПЧ, применив транзисторы с большим усилением.

Устанавливают переключатель в положение 2 и подают сигнал с генератора в десять раз больше, чем максимальный сигнал в положении 1 переключателя. Подстроечным резистором R17 добиваются отклонения стрелки индикатора на максимальную отметку шкалы. Уменьшают уровень сигнала генератора и градуируют шкалу прибора в милливольтгах или децибелах. И наконец, градуируют шкалу конденсатора переменной емкости. Лучше всего это делать в номерах каналов ДМВ.

Если нет необходимости в градуировке шкалы индикатора или это недоступно, то этого не делают, оставив его неградуированным. В таком случае прибор выполняет функции относительного индикатора уровня, что для ориентировки антенн вполне приемлемо.

В заключение от регулируемого блока питания подают напряжение, соответствующее номинальному для батареи, и подбирают резистор R26 так, чтобы стрелка отклонилась на заметную отметку шкалы, например, максимальную или среднюю. После этого снижают напряжение до уровня, когда параметры прибора заметно ухудшаются, например, «уйдет» частота или понизится чувствительность, и отмечают это отклонение стрелки на шкале индикатора. При работе напряжение батареи не должно снижаться ниже такого значения.

Прибор питается от батареи напряжением 9 В. Максимальный потребляемый ток равен 22...25 мА.

Следует отметить, что усилитель ВЧ можно применить отдельно для построения антенного усилителя диапазона ДМВ. Используя один такой усилитель, получают усиление около 15 дБ, а два, включенных последовательно, — 28...30 дБ. ■

# ОСОБЕННОСТИ РАДИОКАНАЛА СОВРЕМЕННОГО ТЕЛЕВИЗОРА

**Б. ХОХЛОВ, доктор техн. наук, г. Москва**

Фирма PHILIPS выпускает несколько микросхем – синтезаторов частоты, например TSA5522. Аналогичные функции выполняют микросхемы SDA3402 или SDA3412 фирмы SIEMENS. Разработана микросхема TUA6010, выполняющая функции как синтезатора частоты, так и смесителя с гетеродином. Формирующий на выходе смесителя сигнал ПЧ  $U_{пч}$  выходит из селектора, пройдя через полосовой усилитель с симметричным или несимметричным выходом.

Следует иметь в виду, что в Западной Европе промежуточной несущей изображения принята частота 38,9 МГц, а не 38 МГц, как в нашем стандарте. Поэтому при использовании импортного селектора каналов может потребоваться перестройка выходного фильтра.

На рис. 7 представлена типовая схема включения селектора, работающего по принципу синтеза частоты (в нашем случае – SK1101). Селектор питается от двух источников напряжений +12 и +5 В. На вывод 2 подают напряжение АРУ. Максимальный коэффициент передачи селектора получается, когда это напряжение равно +9 В. Минимальному усилению соответствует напряжение АРУ меньше 1 В. Стабилитрон VD1 формирует напряжение +30 В на выходе 8, питающее каскад, перестраивающий варикапы. Управление обеспечивается по шине I<sup>2</sup>C (выводы 10 и 11).

Изменением напряжения на выводе 12 устанавливают два бита адреса (1–1, когда это напряжение равно +5 В; 0–0, когда вывод соединен с общим проводом, и 1–0 при напряжении 2,5 В). Переключение адреса необходимо, если в телевизоре установлен не один селектор (например, второй селектор может входить в состав отдельного радиоканала для устройства «Кадр в кадре»). Сигнал ПЧ с симметричного выхода (выводы 13–14) проходит на вход фильтра на ПАВ.

Перейдем к фильтрам на ПАВ. Основным их производителем в России следует назвать Московский завод радиокомпонентов (бывший «Фонон»). В небольшом количестве фильтры на ПАВ выпускают и в Зеленограде (завод «Микрон»). За рубежом главный изготовитель фильтров на ПАВ — концерн SIEMENS–MATSUSHITA (S+M). Однако необходимо отметить, что за рубежом выпускают далеко не все типы фильтров, необходимых для российского рынка. К тому же параметры отечественных фильтров не во многом уступают зарубежным.

Фильтры на ПАВ разделяют по телевизионному стандарту (В/Г, D/К, I, L, M), значению промежуточной частоты (фильтр D/К может быть как на частоту 38, так и на 38,9 МГц) и форме характеристики ГВЗ (плюсовая или с предискажениями, и с какими именно). Фильтр на ПАВ представляет собой пластину из пьезоэлектрика (обычно ниобата лития), на которую путем металлизации нанесены две группы электродов, каждая из которых имеет форму вложенных одна в

другую гребенок. Одна группа преобразует поступающий сигнал в поверхностную волну ультразвука, а вторая — эту волну в выходной сигнал. Изменение по определенному закону длин зубьев в гребенках (аподисация) обеспечивает получение различных характеристик фильтра.

Фильтр на ПАВ — неминимально-фазовая система, в которой можно разделить на управлять формой амплитудно-частотной и фазочастотной характеристик. Это и позволяет создавать фильтры с одинаковыми АЧХ, но разными характеристиками ГВЗ. Образцовыми обычно считают фильтры фирмы S+M. АЧХ на рис. 3, б соответствует ее фильтру D1952M. Он рассчитан на стандарт D/К, промежуточную частоту 38 МГц и имеет характеристику ГВЗ с предискажениями. Характеристика на рис. 3, в относится к фильтру K2953M этой же фирмы (D/К–В/Г, 38 МГц, с предискажениями).

Для приема сигналов по нескольким стандартам разработаны фильтры на ПАВ с внутренним переключателем характеристик. Например, фильтр K6265 фирмы S+M в одном режиме обеспечивает прием сигналов D/К и В/Г (с расширенной полкой), а во втором — сигнала по американскому стандарту М. Изменение режима получается при переключении выводов фильтра. Характеристики на рис. 4, б и в соответствуют квазипараллельному фильтру K3264 (D/К, 38 МГц, с предискажениями) фирмы S+M. Наконец, на рис. 5, б и в показаны характеристики отдельных фильтров K6266 (D/К–В/Г–М, 38 МГц, без предискажений) для сигнала изображения и K9455M (D/К–В/Г–М, 38 МГц) для сигнала звука. Видеофильтр с требуемой характеристикой ГВЗ пока не выпускают. Вместо отдельных фильтров можно использовать фильтр с двумя выходами. Такой фильтр ФПЗП9–476 был разработан для отечественных телевизоров пятого поколения.

Чтобы в двухстандартном телевизоре с совмещенным каналом реализовать всю полосу частот стандарта D/К и снизить искажения ГВЗ, целесообразно использовать два фильтра на ПАВ (D/К и В/Г) с внешним переключателем на транзисторных ключах. Сигнал для переключения снимают с одного из портов процессора управления. Большинство фильтров на ПАВ имеют коэффициент передачи на средней частоте около –20 дБ.

Далее рассмотрим построение усилителя ПЧ. Микросхема УПЧИ содержит усилительные каскады, охваченные цепью АРУ, формирователь напряжения АРУ для селектора каналов, устройство АПЧГ (в микросхемах, рассчитанных на синтез напряжения) и демодулятор видеосигнала. Напряжение АРУ, подаваемое на селектор каналов, меняется, когда входной сигнал достигает заданного порогового уровня. Это предотвращает перегрузку входных каскадов селектора.

Демодулятор представляет собой синхронный детектор. В микросхемах старых

выпусков (например KP1051UP1) образцовая несущая частота для синхронного детектора получалась из сигнала ПЧ, прошедшего через настроенный на нее контур и ограничитель, подавляющий модуляцию. Такой способ не обеспечивал поддержание точной частоты и фазы несущей, что создавало искажения переходной характеристики в демодулированном сигнале.

В современных микросхемах (например, TDA9814 или TDA8375 фирмы PHILIPS) несущая выделяется системой ФАПЧ. На рис. 8 показана структурная схема усовершенствованного демодулятора. Система ФАПЧ состоит из генератора, управляемого напряжением (ГУН), с внешним контуром L1C1, настроенным на удвоенную частоту несущей изображения (76 МГц), делителя частоты на 2, частотного (ЧД) и фазового (ФД) детекторов, сумматора и внешнего фильтра нижних частот R1C2. После деления на два неинвертированного и инвертированного сигналов ГУН получают синусоидальные образцовые сигналы с частотой 38 МГц, один из которых при точной настройке синфазен с сигналом несущей, а второй — ортогонален ему. Частотный ЧД и фазовый ФД детекторы сравнивают эти компоненты с ограниченным по амплитуде (ОГР) сигналом ПЧ. Благодаря действию частотного детектора система ФАПЧ устраняет расстройку ГУН. Управление происходит через варикапы. Фазовый детектор обеспечивает синфазность образцового сигнала и несущей изображения. Полоса захвата системы ФАПЧ равна 2 МГц.

В аналоговом перемножителе образцовый сигнал и сигнал ПЧ перемножаются, в результате чего видеосигнал демодулируется.

В микросхемах TDA8373/4/5/7 однокристального телевизора, кроме системы ФАПЧ, предусмотрена возможность подстройки контура ГУН по шине I<sup>2</sup>C в диапазоне 2,5 МГц. Это позволило использовать ненастраиваемый контур.

Фирма PHILIPS выпускает серию микросхем радиоканала TDA98\*\*. Все эти микросхемы снабжены видеодемодулятором с ФАПЧ и содержат разное число узлов. Простейшая из них — TDA9800 представляет собой совмещенный радиоканал и обрабатывает только сигнал с негативной модуляцией. Начиная с TDA9808, микросхемы соответствуют параллельному каналу.

На рис. 9 представлена принципиальная схема высококачественного параллельного радиоканала на микросхеме TDA9814. В канале может быть использован селектор каналов как с синтезом напряжения, так и с синтезом частоты (для упрощения он на схеме не показан). Применен отечественный фильтр на ПАВ (ZQ1).

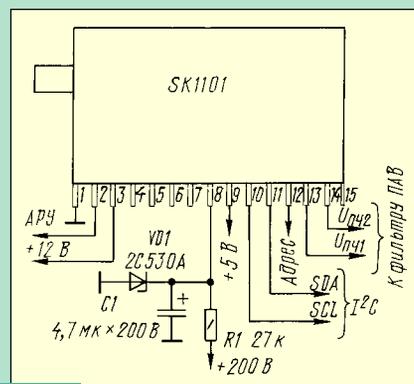


Рис. 7

Окончание. Начало см. в «Радио», 1998, № 2.

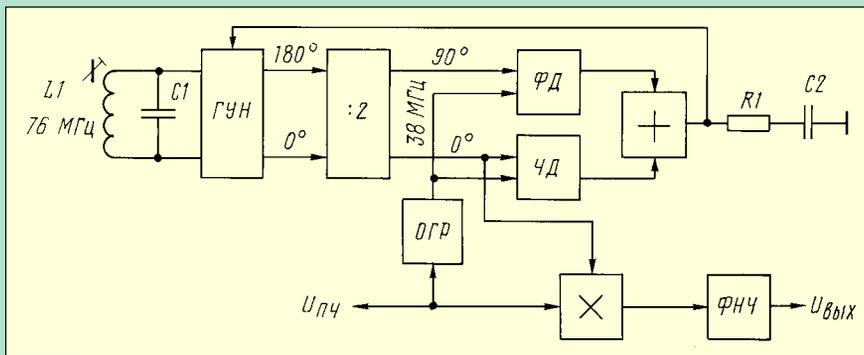


Рис. 8

**Основные параметры радиоканала**

Ток, потребляемый от источника напряжения +5 В, мА, не более .....	120
Минимальный сигнал на входе фильтра на ПАВ, мкВ .....	500
Диапазон АРУ, дБ, не менее .....	66
Подавление гармоник видеосигнала, дБ, не менее .....	40

АРУ (накопительный конденсатор — С3) и демодулируется рассмотренным детектором с ФАПЧ. Контур ГУН L2C8, настроенный на частоту 76 МГц, подключен к выводам 21 и 22 микросхемы. Элементы С5 и R2 образуют фильтр нижних частот.

Полученный видеосигнал через вывод 18 микросхемы проходит на режекторный фильтр ZQ2, подавляющий остатки звуко-

чае, когда в телевизоре настройка на станцию обеспечивается методом синтеза напряжения. По уровню этого напряжения удобно настраивать контур ГУН. При точной настройке напряжение АПЧГ равно половине напряжения питания, т. е. 2,5 В.

Сигнал звукового сопровождения на несущей 31,5 МГц со второго выхода фильтра на ПАВ приходит на выводы 27 и 28 микросхемы. УПЧЗ содержит два каскада, охваченных цепью АРУ. Напряжение АРУ интегрируется конденсатором С7. Для выделения разностной звуковой частоты используются смеситель и образцовый сигнал от ГУН видеоканала. Продукт смешения через вывод 17 проходит на внешний полосовой фильтр ZQ3, настроенный на частоту 6,5 МГц.

Разностный сигнал возвращается через вывод 15 в микросхему и поступает на частотный демодулятор, содержащий амплитудный ограничитель и систему ФАПЧ, в которую входит ГУН в виде РС-генератора, фильтр нижних частот С14R15 и фазовый детектор. Система ФАПЧ поддерживает частоту ГУН равной частоте входного сигнала. При этом напряжение на входе управления ГУН – де-

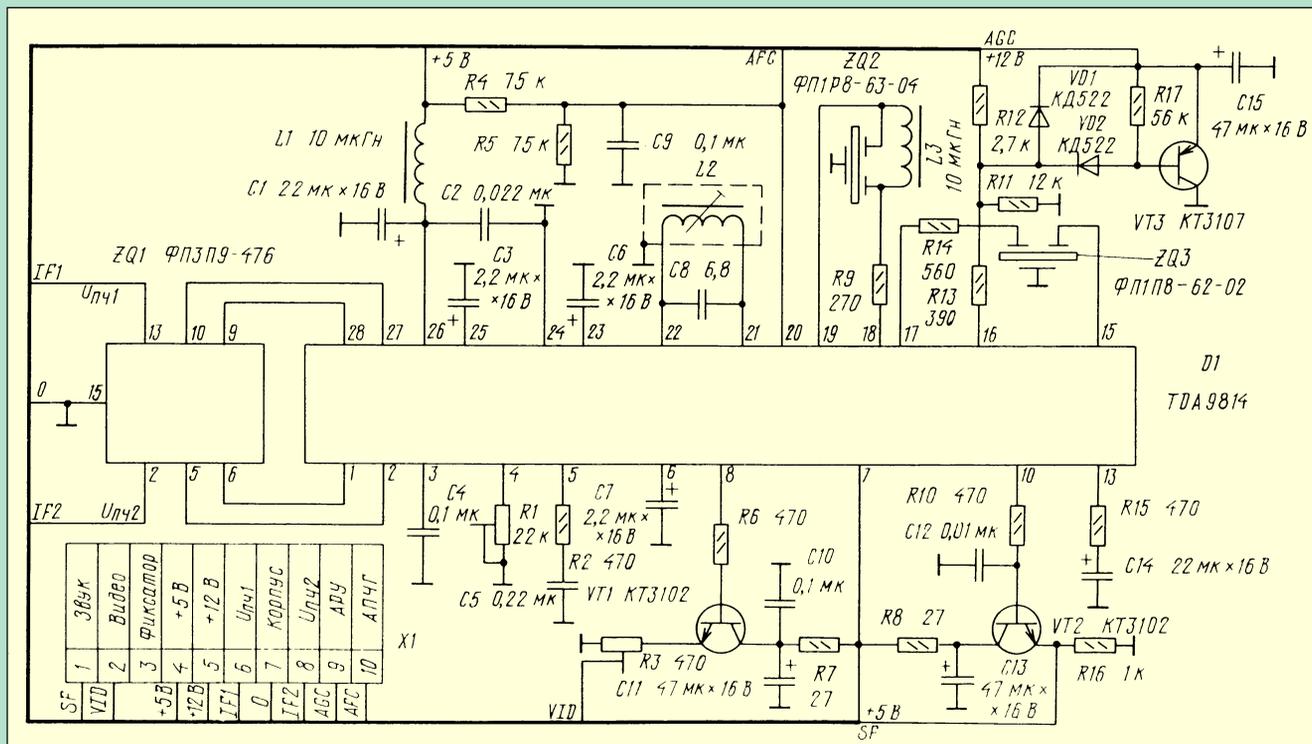


Рис. 9

Подавление интермодуляционных искажений, дБ, не менее .....	58
Дифференциальное усиление, %, не более .....	5
Дифференциальная фаза, град, не более .....	2
Отношение сигнал/шум, дБ, не менее .....	60
Номинальный размах выходного видеосигнала, В .....	2
Амплитуда выходного сигнала звука, мВ .....	250
Сигнал ПЧ изображения с первого выхода фильтра на ПАВ поступает на выводы 1 и 2 микросхемы. Этот сигнал проходит трехкаскадный УПЧИ, охваченный цепью	

вой информации, и далее вновь в микросхему через вывод 19. После буферного каскада, обеспечивающего усиление 6 дБ, видеосигнал размахом 2 В через вывод 8, эмиттерный повторитель на транзисторе VT1 и разъем X1 приходит на декодер.

С вывода 16 микросхемы снимается напряжение АРУ. Оно выделяется на внешней нагрузке, питающейся от напряжения +12 В, проходит через эмиттерный повторитель на транзисторе VT3 и поступает на селектор каналов. Значение порога срабатывания системы АРУ устанавливает резистор R1.

На выводе 20 микросхемы получается напряжение АПЧГ, используемое в том слу-

модулированный сигнал, который выходит через контакт 10 на эмиттерный повторитель на транзисторе VT2.

Демодулятор звука и устройство АПЧГ микросхемы TDA9814 не содержат внешних контуров.

Регулировка радиоканала сводится к настройке контура L2C6 на удвоенную частоту несущей изображения и установке резистором R1 заданного порога срабатывания системы АРУ.

Микросхема TDA9814 позволяет также демодулировать сигнал французского стандарта L и получать звуковой стереосигнал по немецкому стандарту. Эти функции в нашем случае не использованы. ■