

ЛАМПОВЫЕ БЛОКИ УКВ ДЛЯ СЕТЕВЫХ СТАЦИОНАРНЫХ ПРИЕМНИКОВ И РАДИОЛ

Блоки УКВ, используемые в радиоприемниках I—III классов и телевизорах

УКВ-Е. Высоочастотный блок УКВ-Е (ультракоротковолновый блок с емкостной настройкой) — унифицированный узел для первых серийных отечественных приемников I и II классов с УКВ диапазоном.

Блок построен на одной лампе — двойном триоде типа 6НЗП. Принципиальная схема блока УКВ-Е изображена на рис. 1. Первый триод работает как УВЧ с заземленной промежуточной точкой, второй — как гетеродинный преобразователь частоты. Входной контур L_2C_2 настроен на среднюю частоту диапазона — 70 МГц. Связь контура с антенной индуктивная. Такая связь позволяет соединить антенну с приемником коаксиальным кабелем или симметричным двухпроводным фидером.

Односеточный преобразователь частоты построен по двойной мостовой схеме. Первый мост (рис. 2, а) образован емкостью C_9 , емкостью сетка — катод $C_{с-к}$ триода преобразователя и двумя половинами катушки индуктивности L_5 . При равенстве этих индуктивностей условием равновесия моста будет равенство емкостей C_9 и $C_{с-к}$.

При наличии равновесия моста гетеродинное напряжение на индуктивности обратной связи (L_5) не будет вызывать тока в сигнальном контуре L_3C_3 , и, наоборот, напряжение на сигнальном контуре не будет вызывать тока в индуктивности обратной связи, так как катушка обратной связи L_5 оказывается включенной в одну диагональ моста, а контур усилителя высокой частоты — в другую. Баланс моста достигается подбором конденсатора C_8 .

Второй мост (рис. 2, б) служит для компенсации отрицательной обратной связи, возникающей через емкость анод — сетка триода преобразователя $C_{а-с}$. Плечи моста образованы емкостями C_4 , C_6 , C_8+C_{10} и емкостью анод — сетка $C_{а-с}$.

Равновесие моста соблюдается в случае выполнения равенства $C_{а-с} C_4 = C_8(C_6 + C_{10})$.

При этом напряжение промежуточной частоты между сеткой и катодом отсутствует, так как катушка индуктивности первого контура ФПЧ L_e включена в другую диагональ моста. Уменьшением емкости C_4 можно достичь преобладания положительной обратной связи над отрицательной и тем самым повысить усиление по промежуточной частоте.

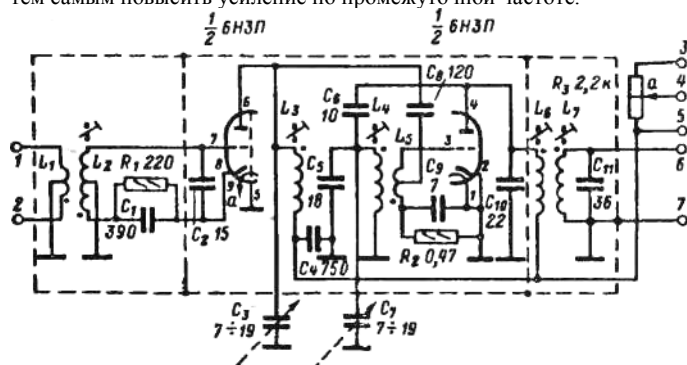


Рис. 1. Схема унифицированного блока УКВ-Е.

1, 2 — вход, 3 — напряжение анодного питания U_a (+150 в); 4 — напряжение накала U_n (6,3 в); 5 — вспомогательный контур; 6 — выход ФПЧ; 7 — корпус.

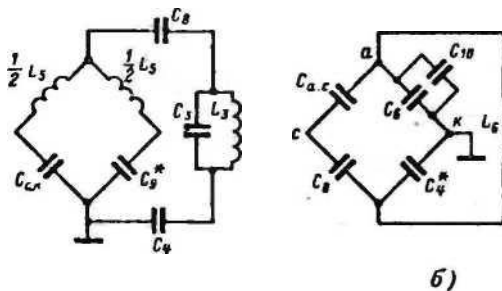


Рис. 2. К схеме блока УКВ-Е.

а — схема моста, устраняющего взаимное влияние между контурами УВЧ и гетеродином, б — схема моста, предназначенного для компенсации отрицательной обратной связи по промежуточной частоте.

Напряжение сигнала, снимаемое с контура УВЧ L_3C_3 , подводится через конденсатор C_8 к средней точке катушки связи L_5 и далее вместе с напряжением гетеродина поступает на сетку второго триода. Напряжение промежуточной частоты выделяется на контуре L_6C_{10} и затем с контура L_7C_{11} , индуктивно связанного с L_6C_{10} , поступает на выходные зажимы блока УКВ. Частота гетеродина выбрана выше частоты принимаемого сигнала на величину промежуточной частоты 8,4 МГц.

Емкость первого контура ФПЧ складывается из емкостей параллельно включенных конденсаторов C_{10} и C_6 , так как сопротивление катушки контура гетеродина L_4 на промежуточной частоте практически равно нулю. С другой стороны, конденсатор C_{10} входит в контур гетеродина и вместе с конденсатором C_6 образует емкостный делитель, создающий слабую связь контура гетеродина с анодом лампы преобразователя. Этот способ включения обеспечивает такой режим работы гетеродина, при котором колебательная мощность его мала, что уменьшает уровень паразитного излучения, а напряжение на сетке достаточно для получения максимальной крутизны преобразования.

Конструктивно блок УКВ-Е выполнен в виде экранированного узла, который крепится непосредственно к корпусу четырехсекционного агрегата конденсаторов переменной емкости (КПЕ). Секции КПЕ расположены на одной общей оси. При таком креплении блока длина соединительных проводников от секций УКВ КПЕ минимальна. Настройка на УКВ диапазоне осуществляется двумя секциями, а две другие служат для настройки на диапазонах АМ. Подстроечные конденсаторы в блоке не применяются. Необходимая подстройка при регулировке блока осуществляется соответствующим изменением конечной емкости контуров — легким сжиманием или разжиманием пластин секций УКВ переменного конденсатора, а также с помощью ферритовых сердечников контурных катушек. Монтаж блока — объемный. Конструктивно выводные лепестки блока расположены в порядке возрастания их номеров в соответствии с принципиальной схемой.

Блок УКВ-Е с незначительными изменениями применялся в следующих приемниках и радиоларх: «Байкал», «Муромец», «Харьков», «Октава», «Рассвет», «Маяк», «Баку-58», «Волга», «Жигули», «Донец», «Восток-57», «Минск-58», «Мелодия», «Комета».

РЕГУЛИРОВКА УКВ БЛОКА

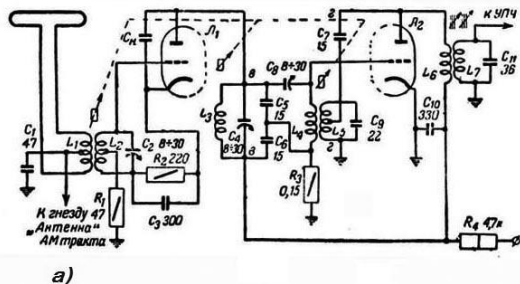
В большинстве случаев УКВ блоки выполняются на высокочастотных триодах типа 6НЗП и объединяют в себе входную цепь, усилитель высокой частоты и односеточный (гетеродинный) преобразователь частоты.

Настройку УКВ блока наиболее удобно производить с помощью сигнал-генератора и высокочастотного лампового вольтметра. В этом случае УКВ блок можно настраивать независимо от остальной схемы по ламповому вольтметру, включенному на выход блока. При отсутствии лампового вольтметра регулировка производится после налаживания усилителя промежуточной частоты по максимальным показаниям индикатора настройки, подключенного к нагрузке детектора отношений или сетке лампы ограничителя.

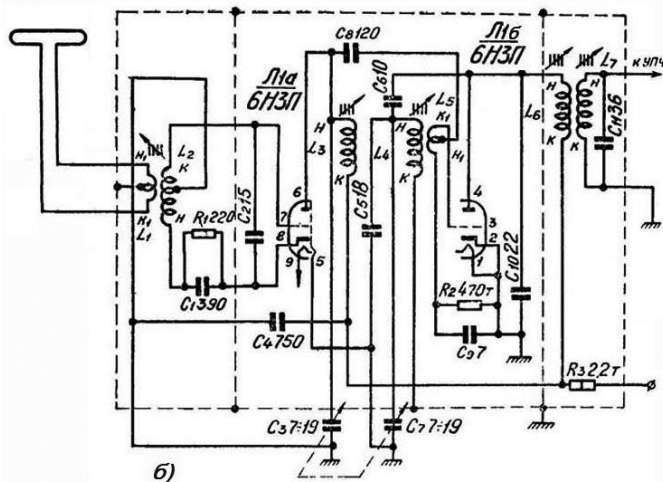
Известно несколько разновидностей схем УКВ блоков, различающихся способом настройки контуров (индуктивностью или емкостью). Рассмотрим процесс регулировки УКВ блока с индуктивной настройкой (рис. 5).

Наличие колебаний в гетеродине можно проверить при помощи простейшего резонансного волномера. Для этого в гнезда волномера вставляется катушка диапазона 55—95 МГц, которая слабо связывается с контуром гетеродина. Вращая ротор конденсатора настройки волномера, добиваются наибольшего отклонения стрелки прибора. Визир конденсатора укажет на шкале частоту настройки контура гетеродина.

С помощью волномера можно грубо уложить частоты настройки контура гетеродина в требуемые пределы. При введенном диамагнитном сердечнике (индуктивность катушки L_5 минимальная) настройку контура в резонанс производят посредством некоторого перемещения сердечника относительно его оси. При выведенном сердечнике настройку на требуемую частоту осуществляют подбором емкости конденсатора C_9 .



а)



б)

Рис. 5. Схема УКВ блока

а — с индуктивной настройкой; б — с емкостной настройкой.

При предварительной проверке работы гетеродина в рабочем диапазоне частот (72—82 МГц) может произойти срыв колебаний или возникнуть самовозбуждение усилителя высокой частоты. И то и другое весьма просто обнаружить с помощью резонансного волномера. В точке диапазона, где обнаруживается срыв колебаний гетеродина, стрелка прибора скачком перемещается на нуль. При этом во всем диапазоне частот, перекрываемом волномером, прибор не отметит резонанса. Если частота генерации скачком переместилась на несколько мегагерц, то это означает, что в усилителе возникло паразитное возбуждение. Для устранения паразитных явлений следует произвести тщательную балансировку моста, значительно ослабляющего взаимосвязь между сигнальным и гетеродинным контурами.

Первый высокочастотный мост образуют конденсаторы C_5 , C_6 , C_8 и емкость сетка—катод лампы L_2 . Балансировку моста следует производить по измерению напряжения частоты гетеродина в точках в—в. Для индикации напряжения можно использовать ламповый вольтметр типа ВКС-7Б. Изменяя емкость подстроечного конденсатора C_8 , добиваются минимальных показаний прибора, соответствующих балансу моста. Эту операцию производят при среднем положении сердечника, когда частота контура гетеродина равна примерно 78 МГц. Вместе с тем необходимо проверить точность балансировки моста во всем рабочем диапазоне. Ее можно считать удовлетворительной, если напряжение в точках в—в не будет превышать 0,1—0,2 в. Кроме того, полезно проверить, влияет ли настройка контура L_3C_4 на частоту контура L_5C_9 . Для этого сердечник контура гетеродина устанавливают в среднее положение и изменяют частоту контура усилителя высокой частоты в пределах диапазона, наблюдая изменение частоты гетеродина по резонансному волномеру. Если мост отрегулирован правильно, то частота гетеродина не должна измениться более чем на $\pm 2\%$ от номинальной.

Далее, настраивают контуры промежуточной частоты L_6C_7 и L_7C_{11} . Для этого напряжение от ГСС порядка 1 в с частотой 8,4 МГц подводят через конденсатор 2—5 пФ к точке з—з схемы. Если УКВ блок настраивают отдельно от остальной схемы, то ламповый вольтметр ВКС-7Б подключают к контуру L_7C_{11} . Когда же такого вольтметра

нет и УКВ блок настраивают вместе со всей схемой, индикатор включают в цепь частотного детектора и настройка производится по максимальному показанию индикатора.

Точная укладка частоты гетеродина в диапазон и сопряжение контуров производят с помощью УКВ ГСС, подключаемого ко входу блока. Вольтметр соответствующего типа, отмечающий настройку контуров в резонанс, включают либо на выход УКВ блока (при отдельной настройке), либо в цепь частотного детектора (при настройке по постоянному напряжению), либо на выход приемника (при работе с УКВ ЧМ ГСС). На выходе генератора устанавливают минимальную частоту диапазона (64,5 МГц). Агрегат настройки переводят в соответствующее крайнее положение, не доходя до упора на 1—2% шкалы. После этого изменением емкости C_9 настраивают контур гетеродина. Далее, агрегат настройки переводят в положение соответствующее верхней границе диапазона, и перестраивают ГСС на частоту 73 МГц, а настройку гетеродина осуществляют небольшим перемещением сердечника внутри катушки L_5 . После этого еще раз проверяют настройку контура гетеродина на частоте 64,5 МГц и, если диапазон полностью перекрывается, переходят к сопряжению остальных контуров УКВ блока.

Если полное перекрытие диапазона не обеспечивается, то нужно по возможности уменьшить начальную (нерегулируемую) индуктивность схемы и проверить, правильно ли выполнены размеры сердечника, так как даже небольшое уменьшение его диаметра против номинала заметно снижает коэффициент перекрытия диапазона.

Точное сопряжение настроек контуров усилителя высокой частоты и входной цепи с контуром гетеродина производится на частотах 64,5 и 73 МГц. В низкочастотном конце диапазона контуры настраивают в резонанс емкостью, а в высокочастотном — индуктивностью. Сопряжение контуров нужно повторить 2—3 раза в каждой точке до получения максимального усиления.

В рассматриваемом УКВ блоке входной контур L_2C_2 включен по схеме с заземленной промежуточной точкой. Чем ближе эта точка к катоду лампы, тем больше коэффициент передачи входной цепи. Для нейтрализации проходной емкости между анодом и катодом включают конденсатор C_n емкостью 1—2 пФ. Практически схема работает устойчиво, если отвод сделан от 1/4 части витков катушки.

Необходимо заметить, что при окончательной настройке блока УКВ и определении чувствительности настроенного приемника выход генератора должен быть согласован со входом приемника.

Если приемник рассчитан на работу с антенной, волновое сопротивление которой равно 75 ом (четвертьволновый линейный вибратор), то выходной кабель генератора подключается непосредственно ко входу приемника. Если же волновое сопротивление антенны равно 300 ом (шлейф — вибратор Пистолькорса), то генератор должен подключаться через согласующее звено (рис. 6). При этом, если на конце кабеля ГСС имеется сопротивление 75 ом (ГСС-17, ГСС-7), то его следует отключить; тогда градуировка шкалы выходных напряжений не будет нарушена. Если выходной кабель генератора не нагружен на конце (СГ-1), то при его подключении ко входу УКВ блока с входным сопротивлением 75 ом градуировка будет нарушена и показания шкалы аттенюатора следует делить на 2. Кроме того, при включении между генератором любого типа и УКВ блоком согласующего звена, образующего делитель напряжения, показания шкалы аттенюатора следует дополнительно разделить на 2.

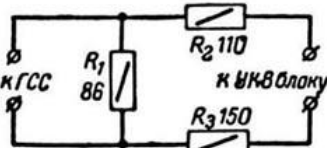


Рис. 6. Согласующее звено к генератору УКВ.

Согласование входного контура УКВ блока с выходом генератора (или выбранной антенной) производится путем изменения числа витков катушки L_1 (рис. 5) до получения максимальных показаний вольтметра, подключенного к контуру L_7C_{11} .

После настройки УКВ блок устанавливают на свое место в приемник и производят подстройку контуров L_6C_7 и L_7C_{11} по максимальным показаниям вольтметра, включенного в цепь частотного детектора. Сигнал с частотой 8,4 МГц подается в точки з—з через небольшую емкость. Уровень сигнала должен быть не менее 0,5—1 в.

С целью максимального использования усиления блока рекомендуется одновременно с подстройкой контуров несколько перекомпенсировать отрицательную обратную связь через емкость сетка—анод лампы. Это достигается уменьшением емкости конденсатора C_{10} , чем увеличивается снимаемое с него напряжение положительной обратной связи. Следует заметить, что чрезмерное уменьшение емкости C_{10} или, что то же, увеличение емкости C_7 или C_9 может привести к самовозбуждению каскада.

В заключение отметим основные особенности регулировки блоков УКВ при некоторых разновидностях схемы.

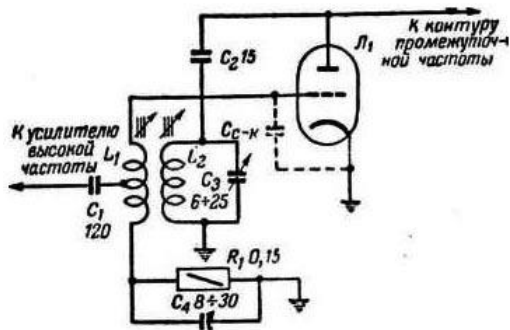


Рис. 7. Схема односеточного преобразователя частоты с емкостной настройкой и индуктивно-емкостным мостом.

Переделка УКВ-Е блока

Во время восстановления радиолы «Байкал» захотелось иметь "живой" УКВ диапазон. Так как на старом советском диапазоне УКВ уже нет ни одной станции вещания, захотелось перестроить родной УКВ-Е блок на современный диапазон частот 88-108 МГц. Использовать простенькие современные приемники для замены УКВ блока совсем не хотелось. По мне, это было бы похоже на какой-то суррогатный костыль. Я не против установки дополнительных элементов чтобы улучшить некоторые характеристики аппарата, но кардинальная замена старых блоков современными узлами вызывает неприятные ощущения. Модуль УКВ-Е в радиоле «Байкал» использует спаренные дополнительные секции КПЕ для настройки радио. И этот КПЕ теперь должен перекрывать новый диапазон, который гораздо шире, чем старый.

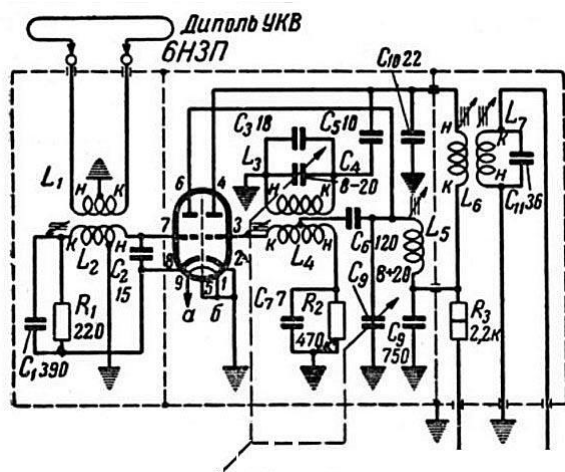


Рис.1

но чувствительность приемника все равно оставалась низкой. Поэтому я решил добавить на входе 2-х транзисторный усилитель по каскадной схеме, который разместил внутри УКВ блока навесным монтажом в маленьком корпусе из медной фольги, а конденсатор с диодом в цепи питания установил снаружи блока. В корпусе из фольги была сделана перегородка между двумя транзисторами. Для связи усилителя с блоком УКВ использовал новую обмотку вместо L_1 , а старую L_1 просто удалил. Новая обмотка $L_{1\text{new}}$ имела 10 витков проводом ЛЭШО-7х0,07 поверх L_2 .

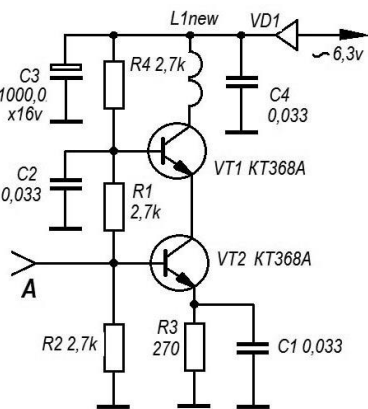


Рис. 2. Схема усилителя.

Вход антенны стал уже не симметричным, но это можно легко исправить добавлением на входе контура с симметрирующей обмоткой, но мне и этого было достаточно. При настройке верхнюю точку диапазона можно выставить, используя приемник сотового телефона для поиска частоты гетеродина $\sim 97,3$ МГц.

radioland.getbb.ru

1. **Чистяков Н. И.,** Сидоров В. М. Радиоприемные устройства. М., «Связь», 1974. 408 с. с ил.
2. Исследование заметности искажений в радиовещательных каналах. Сб. статей под ред. И. Е. Борова. М., Связьиздат, 1959. 190 с.
3. **Зенькович А. В.** Искажения частотно-модулированных колебаний. М.,

4. **Гуткин Л. С.**, Лебедев В. Л., Сифоров В. И. Радиоприемные устройства. Ч. II. М., «Советское радио», 1963. 400 с. ил.
5. **Картяню Г.** Частотная модуляция. Изд-во Академии РНР, Бухарест, 1961. 578 с.
6. **Кантор Л. Я.** Методы повышения помехозащищенности приема ЧМ сигналов. М., «Связь», 1967. 256 с. ил.

В УКВ блоке с емкостной настройкой (рис. 7) при введенном агрегате конденсаторов переменной емкости (максимальной емкости конденсатора C_3) настройка всех контуров в резонанс производится подстроечным сердечником соответствующих катушек, а при выведенном (при минимальной емкости C_3) — изменением емкости конденсатора соответствующего контура.

Если не удастся получить требуемого перекрытия контура гетеродина или усилителя высокой частоты, то необходимо уменьшить начальную емкость монтажа. В схеме со вдвоенным агрегатом настройки входной контур настраивают на среднюю частоту диапазона (70 МГц).

Схема с индуктивно-емкостным мостом отличается только тем, что мост в сетке преобразователя частоты образуется половинами катушки L_1 конденсатором C_4 и емкостью сетка—катод лампы $C_{с-к}$ (рис. 7). Балансировка моста производится изменением емкости конденсатора C_4 .

На рис. 1 показана базовая схема данного блока.

В ходе переделки обнаружил конструктивный баг в схеме, который значительно снижал чувствительность приемника: контур на L_5 очень сильно был нагружен входной цепью второго триода, поэтому добротность его была гораздо ниже единицы и как следствие, этот контур практически никак не перестраивался, и вторая секция КПЕ не влияла на работу приемника. Возможно, это и стало причиной отказа от использования данного блока в новых аппаратах. В дальнейшем использовались только УКВ блоки с вариометром. Частоту гетеродина решил установить ниже частоты входного сигнала на $10,7\text{ МГц}$ ($10,7$ - это промежуточная частота) из-за частотных ограничений лампы.

Что было сделано во время доработки:

1. Конденсаторы C_1 и C_2 были заменены на 110 нф и 5 нф соответственно
2. Конденсатор C_3 (18 нф) был удален
3. К концу катушки L_3 был добавлен 1 виток эмалированного провода схожего диаметра
4. Убран 1 виток от начала катушки L_5
5. Второй конец конденсатора C_6 был отключен от начала катушки L_5 и C_9 и подключен к новому отводу катушки L_5 . Отвод катушки сделан от последнего витка L_5 (снизу по схеме).

Список литературы

7. **Банк М. У.** Электрические и акустические параметры радиоприемных устройств. М., «Связь», 1974. 287 с. с ил. **Роткевич В., Роткевич П.** Техника измерений при радиоприеме. М., «Связь», 1969. 496 с. с ил.
8. **Левенстерн И. И.** Входная цепь УКВ диапазона радиовещательного приемника. — «Вопросы радиоэлектроники. Серия ТРПА», 1972, вып. 2, с. 35—45.
9. **Кононович Л. М.** Проблемы высококачественного УКВ приема. — «Вопросы радиоэлектроники. Серия ТРПА», 1974, вып. 1, с. 3—16.
10. **Алексеев Ю. П.** Блоки УКВ на лампах и транзисторах, М., «Энергия», 1972.
11. **Айнбиндер И. М.** Вопросы теории и расчета УКВ каскадов радиовещательного приемника. М., Госэнергиздат, 1958.
12. **Кононович Л. М.** Радиовещательный УКВ прием. М., «Энергия», 1977.