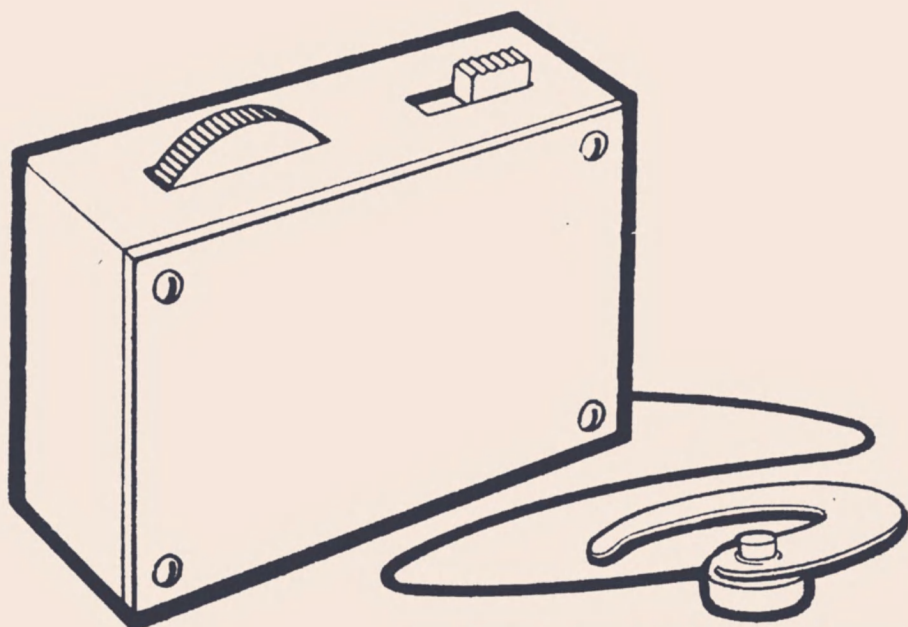


ЦЕНТРАЛЬНАЯ СТАНЦИЯ ЮНЫХ ТЕХНИКОВ РСФСР

ПРИЛОЖЕНИЕ К ЖУРНАЛУ „ЮНЫЙ ТЕХНИК“



Е. БОГОМОЛОВ  
**ТРАНЗИСТОРНЫЕ  
РАДИОПРИЕМНИКИ**  
ВЫПУСК • 1

**12(318)**

**1970**

ИЗДАТЕЛЬСТВО «МАЛЫШ»

Большую популярность у радиолюбителей получили транзисторы — миниатюрные полупроводниковые усилительные элементы. Транзисторы можно использовать как при постройке усилителей звуковой частоты, так и в схемах различных других усилителей и генераторов. В двух выпусках этой брошюры вы встретитесь с миниатюрными радиоприемниками, построенными с применением транзисторов. Но прежде чем перейти к описанию схем, познакомьтесь с некоторыми общими рекомендациями.

Любой радиолюбитель, приступающий к постройке транзисторного радиоприемника, невольно задает себе вопрос: какую схему выбрать? И, действительно, есть над чем задуматься: в печати было опубликовано множество схем, простых и сложных, каждая из которых обладает своими преимуществами. Одна содержит небольшое количество деталей, другая работает в широком диапазоне частот, третья имеет большую чувствительность.

Если вы впервые собираете транзисторный приемник, лучше всего выбрать простую схему. Она содержит немного деталей, неприхотлива в налаживании, и вы сможете ближе познакомиться с особенностью включения транзисторов и их характерными отличиями от ламп. Затем можно собирать более сложные конструкции.

Выбор схемы приемника определяется вашими местными условиями, удаленностью от радиостанции и предъявляемыми к приемнику требованиями. К примеру, недалеко от вас мощная радиостанция центрального вещания, и вы решили принимать только ее радиопередачи. Здесь подойдет простой радиоприемник на одном транзисторе, работающий с головными телефонами. В случае приема на громкоговоритель нужно взять схему двух или трехтранзисторного приемника. Если ближайшая радиостанция находится на расстоянии около 100 км, соберите чувствительный приемник на четырех или пяти транзисторах.

Многие из вас мечтают о приемнике, способном принимать радиостанции в диапазоне длинных и средних волн. Тогда возьмите схему на трех-пяти транзисторах с настройкой на радиостанции с помощью переменного конденсатора.

Самой большой чувствительностью обладают супергетеродинные приемники, но об их устройстве мы не будем рассказывать, так как схема такого приемника сложна и требует от конструктора хорошего знания транзисторной техники и практических навыков настройки приемников прямого усиления.

## ПРИЕМНИКИ НА ОДНОМ ТРАНЗИСТОРЕ

Эти приемники, как правило, имеют небольшую чувствительность и пригодны для приема местных близлежащих радиостанций. Одна из схем приведена на рисунке 1. Антенна подсоединена к катушке индуктивности  $L_1$  через конденсатор  $C_1$ . Можно было бы антенну подключить и непосредственно к катушке, но в этом случае емкость антенны оказалась бы подключенной параллельно катушке индуктивности. А это нежелательно, так как настройка приемника будет определяться применяемой антенной. Кроме того, непосредственное подключение антенны к катушке снижает добротность входного контура и уменьшает избирательность приемника, то есть его способность отстраиваться от соседней радиостанции. Емкость  $C_1$  стоит в цепи антенны, поэтому общая емкость антенной цепи, подключенной параллельно катушке, будет значительно меньше емкости антенны.

С части витков катушки сигнал подается на базу транзистора. Здесь же стоит и переменный конденсатор  $C_2$ , с помощью которого можно настроиться на нужную радиостанцию. Почему же сигнал снимается с части витков, а не со всей катушки? Входное сопротивление транзистора мало, и непосредственное подключение его к катушке могло бы ухудшить качество колебательного контура — его добротность. А это, как вы уже знаете, привело бы к снижению чувствительности и избирательности приемника.

Транзистор в данной схеме выполняет две функции: детектирует выделенные контуром колебания и усиливает сигналы низкой частоты. Детектирование производится участком база-эмиттер. Режим работы транзистора зависит от напряжения смещения на базе, поэтому между базой и коллектором стоит резистор  $R_1$ . Его сопротивлением можно установить заданный режим работы и подобрать качество звучания приемника.

Передача радиостанции прослушивается через головные телефоны, которые включены в коллекторную цепь транзистора. Чтобы через телефоны проходили только низкочастотные колебания, между коллектором и эмиттером транзистора включите конденсатор  $C_3$  емкостью 1000 пф. Он будет «срезать» высокочастотные колебания, прошедшие в коллекторную цепь.

Питается приемник постоянным напряжением 4,5 в. Питание подается на схему через выключатель Вк. Конденсаторы  $C_1$  и  $C_3$  возьмите слюдяные типа КСО. Переменный конденсатор  $C_2$  — любого типа с изменением емкости от 15—20 пф до 400—500 пф. Резистор типа УЛМ, МЛТ, ВС мощностью выше 0,12 вт.

Катушка индуктивности самодельная. Ее можно изготовить в различных вариантах — от этого зависит только количество витков. Самый простой и наиболее доступный вариант — намотать катушку на картонной охотничьей гильзе 12 калибра (рисунком 2а). Наружний диаметр гильзы 20 мм. На гильзу наденьте три круглые картонные щечки, чтобы получились две секции шириной по 5 мм. В этих секциях и намотайте катушку — 900 витков провода с отводом от 800 витка в каждой секции по 450 витков). Провод возьмите типа ПЭЛ диаметром 0,12 мм или ПЭЛШО диаметром 0,1 мм. С такими данными приемник сможет работать в диапазоне длинных волн.

Катушку индуктивности можно намотать в карбонильном сердечнике типа СБ-2 (рис. 2б). Этот сердечник состоит из двух разъемных чашечек. Внутри чашечек нужно разместить каркас, выточенный из полистирола или клеенный из картона. На каркас намотайте 550 витков провода ПЭЛ 0,1—0,12. От 490-го витка сделайте отвод. Выводы катушки пропустите через пазы в чашечках и склейте чашечки клеем БФ-2. Подвижным сердечником, ввертывающимся в одну из чашечек, можно изменить индуктивность катушки в небольших пределах. Это может пригодиться для более точной установки границ рабочего диапазона приемника.

Если у вас окажется карбонильный сердечник меньших размеров (СБ—1а) катушку можно намотать на нем (рис. 2в). Для этого изготовьте две картонные щечки и наденьте их на сердечник. Между щечками намотайте обмотку — 550 витков провода ПЭЛ 0,1—0,12 с отводом от 490-го витка.

Транзистор для приемника возьмите типа П13—П15. Желательно, чтобы его коэффициент усиления был не менее 40.

Головные телефоны типа ТОН-1, ТОН-2 или другие с сопротивлением не менее 1,5 ком. Можно использовать как два последовательно соединенных наушника, скрепленных металлическим оголовьем, так и один наушник.

Выключатель можно взять любого типа, даже самодельный. Детали приемника смонтируйте на любой изоляционной плате. Схема приемника имеет небольшое усиление, и она не может возбудиться из-за паразитных обратных связей между входными и выходными цепями. Поэтому расположение деталей на плате может быть произвольным. Но стремитесь к тому, чтобы уменьшить количество пересекающихся проводов. Об этом не забывайте при монтаже последующих конструкций. Вот один из эскизов рекомендуемого расположения деталей (рис. 3). В левом верхнем и нижнем углах укрепите клеммы, к которым будет подключаться антенна и заземление. Между клеммами расположите катушку индуктивности. На лицевую сторону панели должны выходить ручки переменного конденсатора и выключателя. Для соединения деталей между собой укрепите на панели контактные лепестки или пистоны. В крайнем случае их можно заменить канцелярской кнопкой, воткнутой в панель.

Головные телефоны и батарею питания лучше разместить при работе приемника рядом с платой. Чтобы их можно было быстро подсоединять к схеме, следует установить на плате еще две клеммы. В принципе батарею питания можно разместить и на самой панели, а для подключения головных телефонов укрепить еще две клеммы. Наиболее подходящий вариант выберите сами.

На рисунке 4 приведена другая схема приемника на одном транзисторе. В этой схеме антенна подключена через конденсатор  $C_1$  к колебательному контуру, состоящему из катушки  $L_1$  и переменного конденсатора  $C_2$ . Колебательный контур соединен с цепью базы транзистора. Головные телефоны включены в цепь эмиттера транзистора и зашунтированы конденсатором  $C_3$  сравнительно большой емкости. Сделано это вот для чего.

При отсутствии напряжения питания (контакты выключателя разомкнуты) приемник будет работать как детекторный, в котором роль детектора выполняет участок база-эмиттер, а нагрузкой является обмотка головных телефонов и конденсатор  $C_3$ . Когда же к схеме будет подключено питание, транзистор усилит звуковые колебания и громкость передачи возрастет.

Режим работы транзистора, так же как и в предыдущей схеме, определяется напряжением смещения на базе транзистора. А оно, в свою очередь, задается сопротивлением резистора, включенного между базой и кол-

лектором. Чтобы можно было при работе приемника изменять режим сопротивления смещения составлено из двух последовательно соединенных резисторов, один из которых переменный ( $R_2$ ). Вращением ручки переменного резистора можно подобрать наибольшую громкость звучания.

Транзистор в этой схеме — любой низкочастотный (например, типа П13—П15) с большим коэффициентом усиления.

В качестве катушки индуктивности можно использовать антенную катушку длинных волн от любого промышленного приемника. Подойдет и самодельная катушка, намотанная по данным предыдущей схемы (только без отвода).

Переменный конденсатор возьмите с изменением емкости от 300—500 пф. Все детали приемника рекомендуем смонтировать на такой же плате, что и предыдущий приемник. Работа этого приемника, как и предыдущих, во многом зависит от антенны и заземления. Антенна должна быть подвешена на высоте не менее 8 м от земли. Длинную горизонтальной части антенны желательно взять 15—20 м. В качестве заземления можно использовать водопроводную трубу, к которой подключите провод от «земляной» клеммы приемника. В месте подсоединения провода труба должна быть зачищена до блеска. Если водопроводной трубы нет, заземление сделайте сами. Для этого выройте около дома яму глубиной 1—1,5 м и опустите на дно негодное металлическое ведро или таз, к которым надежно подпаяйте длинный провод. Яму закопайте, а выведенный провод соедините с приемником.

И еще одна схема однотранзисторного приемника приведена на рисунке 5. От предыдущих она отличается, во-первых, применением транзистора с обратной проводимостью и, во-вторых, универсальностью использования транзистора. Он усиливает сигнал по высокой частоте, а затем (после детектирования) — и по низкой. Подобные схемы в технике называются рефлексными. Данная схема рассчитана на прием одной фиксированной радиостанции, расположенной на небольшом расстоянии. Прием производится на магнитную антенну. Катушка  $L_1$  и конденсатор  $C_1$  образуют колебательный контур, настроенный на частоту выбранной радиостанции. С катушки связи  $L_2$  сигнал подается на базу транзистора. Нижний конец катушки  $L_2$  соединен через конденсатор  $C_2$  с эмиттером транзистора. Таким образом, сигнал радиостанции прикладывается между базой и эмиттером транзистора. Усиленный сигнал выделяется высокочастотным трансформатором Тр. Во вторичной обмотке трансформатора стоит детектор. Причем верхний вывод вторичной обмотки по высокой частоте соединен с эмиттером транзистора через конденсатор  $C_3$ , а нижний подключен к полупроводниковому диоду  $D_1$ . Нагрузкой детектора является входная цепь транзистора (участок база-эмиттер), а фильтром — конденсатор  $C_4$ . После детектирования транзистор усиливает звуковые колебания, которые поступают на головные телефоны Тлф. Смещение на базе транзистора задается резистором  $R_1$ . Напряжение смещения будет только в том случае, если подключение диода  $D_1$  соответствует схеме. Чтобы в цепь базы не попадали звуковые колебания с телефона, емкость конденсатора  $C_3$  выбрана большой.

Питается приемник от одного элемента ФБС напряжением 1,5 в. Можно применить любой другой источник питания.

Для изготовления катушек индуктивности потребуется плоский ферритовый стержень длиной 30—40 мм. Сначала намотайте на нем катушку  $L_1$  — 100—150 витков провода в шелковой изоляции (марки ПЭЛШО) диаметром 0,1 мм. Катушка  $L_2$  должна содержать 15—20 витков такого же провода.

Емкость конденсатора  $C_2$  подберите при настройке приемника. Для этой цели лучше всего воспользоваться переменным конденсатором воздушного типа с изменением емкости до 450—500 пф. Включите переменный конденсатор вместо конденсатора  $C_2$ . Подвижный сердечник катушки индуктивности вверните в среднее положение и подключите к приемнику антенну и заземление. Вращайте ручку переменного конденсатора до тех пор, пока не настроитесь на нужную радиостанцию. Затем вместо переменного конденсатора впаяйте в схему постоянный — такой же емкости (емкость вы сможете примерно определить по положению пластин переменного конденсатора). Небольшое расхождение в емкостях можно компенсировать подстройкой индуктивности катушки.

Хорошая антенна — это, конечно, наружная. Но приемник работает и от используемого в качестве антенны отрезка многожильного провода (например, сетевого шнура) длиной 2—3 м. Этот провод нужно подвесить горизонтально. Клемму заземления подсоедините к батарее парового отопления или к трубе водопровода. Детали приемника смонтируйте в любом подходящем футляре или специальной пластмассовой коробке от карманного приемника. Можете применить самодельный футляр из пластмассы или деревянный (рис. 7). Внутри разместите плату с деталями, а на боковой стенке укрепите клеммы (или гнезда) для антенны и заземления. На другой стенке укрепите выключатель. Он может быть как покупным, так и самодельным. Телефонные наушники подсоедините к приемнику двумя проводами достаточной длины.

Транзистор можно взять как обратной проводимости (типа П501—П503, 2Т301—2Т301Ж), так и прямой (П401—П403, П416). В последнем случае поменяйте полярность батареи питания и выводы диода. Если конденсатор  $C_3$  электролитический, поменяйте местами его выводы. Указанные высокочастотные транзисторы с прямой проводимостью имеют большой коэффициент усиления, поэтому с ними можно добиться высокой чувствительности приемника.

## РАДИОПРИЕМНИКИ НА ДВУХ ТРАНЗИСТОРАХ

Дальнейший этап освоения транзисторной техники — постройка радиоприемников на двух транзисторах. Усиление таких схем достаточно для уверенного громкоговорящего приема радиостанций на расстоянии до 100 км. Дальность действия приемника во многом зависит от включения транзисторов и выбора режима их работы. Вот, к примеру, схема двухтранзисторного приемника (рис. 6), в котором оба транзистора работают как усилитель низкой частоты. Приемник предназначен для приема одной радиовещательной станции, в данном случае «Маяк», работающего на волне 547 м. Высокочастотный сигнал, принятый антенной, подается через конденсатор  $C_1$  на колебательный контур, состоящий из катушки индуктивности  $L_1$  и конденсатора  $C_2$ . Детектирование принятых сигналов производится диодом  $D_1$ . Выделенные в результате детектирования сигналы звуковой частоты усиливаются сначала каскадом на транзисторе  $T_1$ , а затем каскадом на транзисторе  $T_2$ . Связь между каскадами осуществляется через электролитический конденсатор  $C_3$ .

В коллекторной цепи транзистора  $T_2$  стоит нагрузка — головные телефоны Тлф. Чтобы получить неискаженное звучание передачи, нужно правильно установить режим работы выходного транзистора. А он, в свою очередь, определяется сопротивлением нагрузки. Данный приемник рассчитан на сопротивление нагрузки не менее 1,5 ком, то есть можно включить в цепь коллектора как головные телефоны ТОН-1 или ТОН-2, так и один наушник от этих телефонов. Тогда соответственно должен быть изменен режим работы транзистора.

Режим работы определяется сопротивлением резистора в цепи базы. На схеме вы видите резистор  $R_2$  сопротивлением 100 ком. Такой выбор сделан в расчете на один наушник и транзистор  $T_2$  с коэффициентом усиления не менее 30. Приемник питается напряжением 1,5 в. Это может быть элемент ФБС или малогабаритный аккумулятор Д 0,06 или Д-0,2.

Полупроводниковый диод  $D_1$  возьмите типа Д2 или Д9 с любой буквой, например Д2А, Д2В, Д9Е и так далее. При подпайке соблюдайте полярность включения — анод диода должен соединяться с базой первого транзистора, катод — с колебательным контуром.

Транзисторы возьмите типа П13—П15. Первый транзистор должен быть с коэффициентом усиления 40—50, второй — не менее 30. Данные колебательного контура определяются длиной волны выбранной радиостанции. Чтобы получить наибольшую чувствительность приемника, катушку индуктивности нужно намотать в карбонильном сердечнике типа СБ, который также позволяет плавно изменять индуктивность катушки. Это пригодится при настройке приемника на выбранную радиостанцию.

Если вы выбрали радиостанцию «Маяк» (на волне 547 м), данные катушки должны быть такие: количество витков 60, провод ПЭВ или ПЭЛШО диаметром 0,19 мм. Для приема радиостанции с длиной волны 1147 м, намотайте 100 витков провода ПЭЛ 0,19, а для радиостанции с длиной волны 1734 м — 145 витков такого же провода. Для приема радиостанций, работающих на других волнах, количество витков катушки нужно соответственно изменить. Причем с уменьшением длины волны количество витков должно быть также уменьшено, а с увеличением длины волны — увеличено. Поскольку чувствительность приемника небольшая, выбирайте ближайшую мощную радиостанцию, расположенную на расстоянии 20—30 км.

Емкость конденсатора  $C_2$  подберите при настройке приемника. Для этой цели лучше всего воспользоваться переменным конденсатором воздушного типа с изменением емкости до 450—500 пф. Включите переменный конденсатор вместо конденсатора  $C_2$ . Подвижный сердечник катушки индуктивности вверните в среднее положение и подключите к приемнику антенну и заземление. Вращайте ручку переменного конденсатора до тех пор, пока не настроитесь на нужную радиостанцию. Затем вместо переменного конденсатора впаяйте в схему постоянный — такой же емкости (емкость вы сможете примерно определить по положению пластин переменного конденсатора). Небольшое расхождение в емкостях можно компенсировать подстройкой индуктивности катушки.

Хорошая антенна — это, конечно, наружная. Но приемник работает и от используемого в качестве антенны отрезка многожильного провода (например, сетевого шнура) длиной 2—3 м. Этот провод нужно подвесить горизонтально. Клемму заземления подсоедините к батарее парового отопления или к трубе водопровода. Детали приемника смонтируйте в любом подходящем футляре или специальной пластмассовой коробке от карманного приемника. Можете применить самодельный футляр из пластмассы или деревянный (рис. 7). Внутри разместите плату с деталями, а на боковой стенке укрепите клеммы (или гнезда) для антенны и заземления. На другой стенке укрепите выключатель. Он может быть как покупным, так и самодельным. Телефонные наушники подсоедините к приемнику двумя проводами достаточной длины.

Детали приемника смонтируйте в любом подходящем футляре или специальной пластмассовой коробке от карманного приемника. Можете применить самодельный футляр из пластмассы или деревянный (рис. 7). Внутри разместите плату с деталями, а на боковой стенке укрепите клеммы (или гнезда) для антенны и заземления. На другой стенке укрепите выключатель. Он может быть как покупным, так и самодельным. Телефонные наушники подсоедините к приемнику двумя проводами достаточной длины.

Детали приемника смонтируйте в любом подходящем футляре или специальной пластмассовой коробке от карманного приемника. Можете применить самодельный футляр из пластмассы или деревянный (рис. 7). Внутри разместите плату с деталями, а на боковой стенке укрепите клеммы (или гнезда) для антенны и заземления. На другой стенке укрепите выключатель. Он может быть как покупным, так и самодельным. Телефонные наушники подсоедините к приемнику двумя проводами достаточной длины.

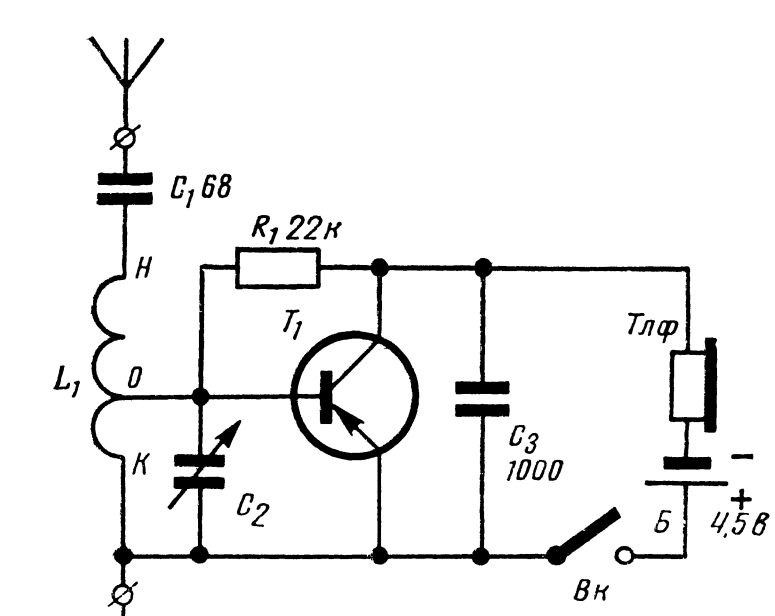


Рис. 1. Приемник на одном транзисторе

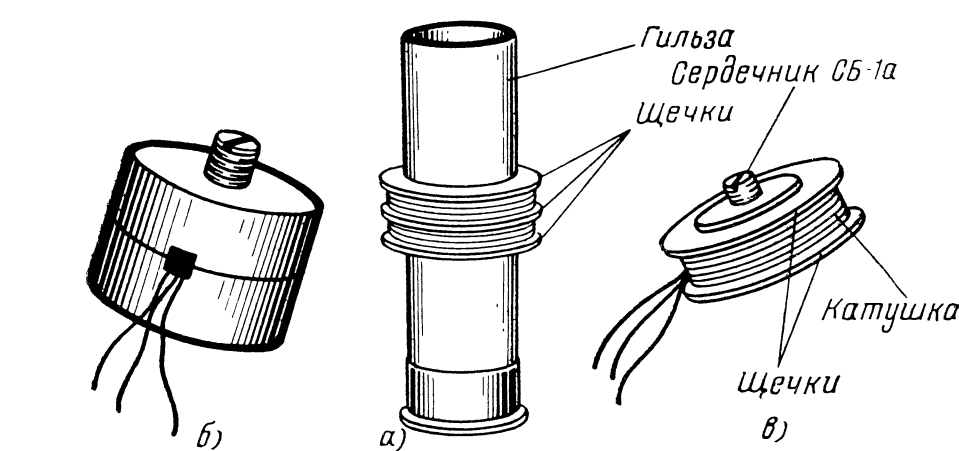


Рис. 2. Самодельная катушка индуктивности

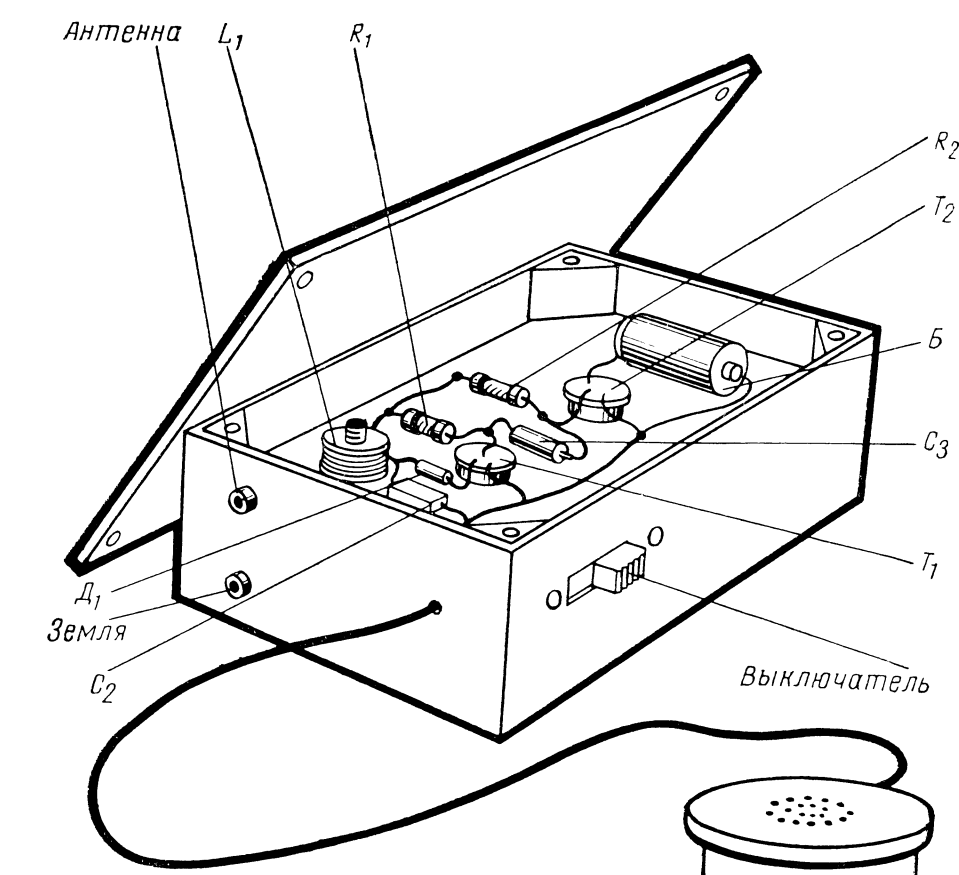


Рис. 7. Расположение деталей радиоприемника в футляре из пластмассы

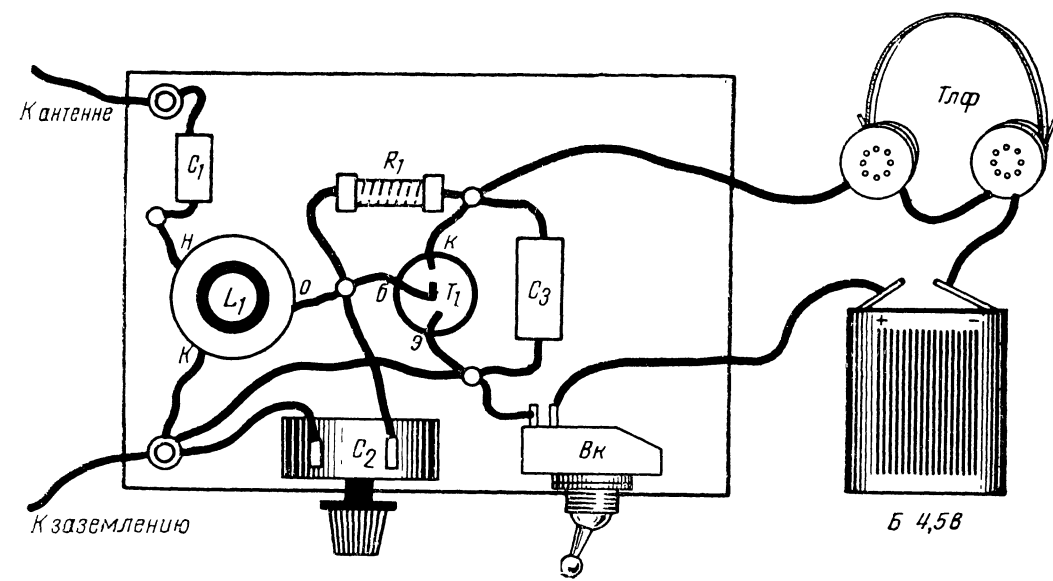


Рис. 3. Монтаж приемника

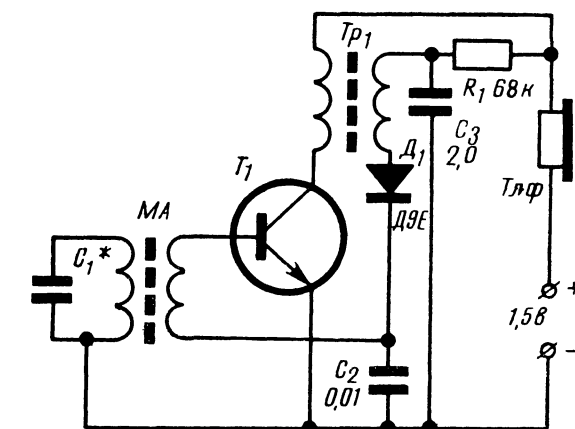


Рис. 5. Приемник с магнитной антенной

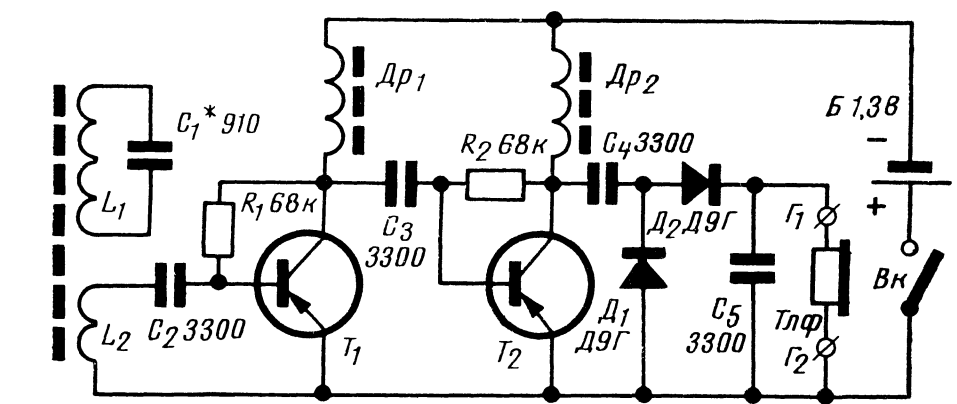


Рис. 8. Приемник с двухкаскадным усилителем высокой частоты

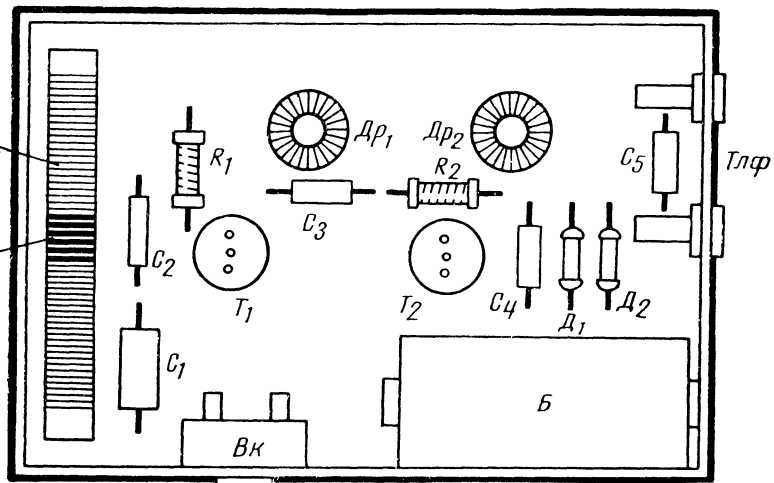


Рис. 9. Расположение деталей приемника

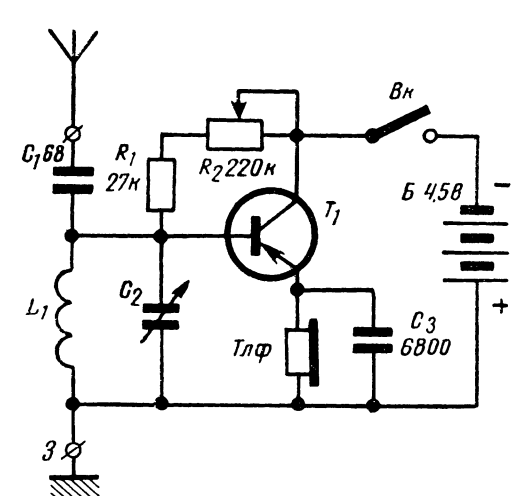


Рис. 4. Приемник с регулируемой громкостью

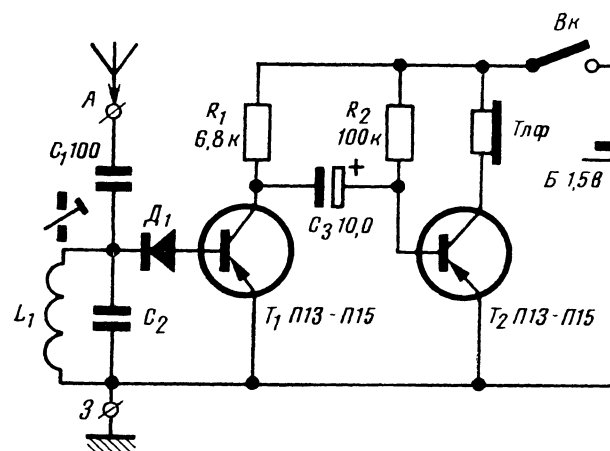


Рис. 6. Приемник с фиксированной настройкой

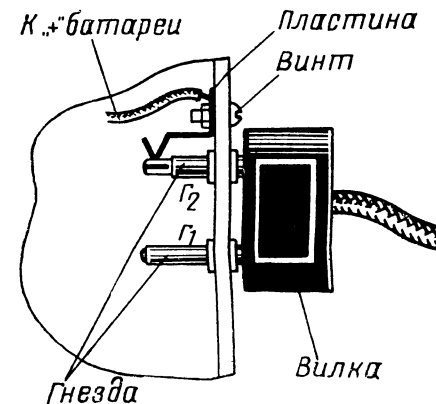


Рис. 10. Устройство самодельного выключателя

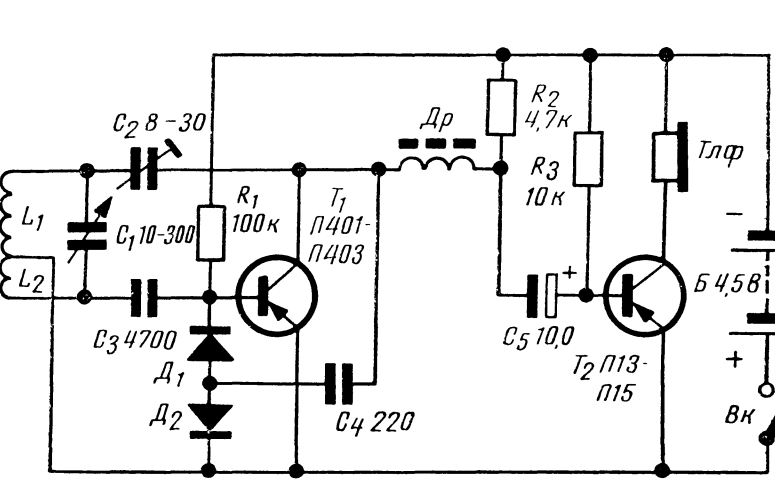


Рис. 11. Рефлексный приемник с телефонным наушником





Если витков много, челноком пользоваться неудобно. Тогда нужно осторожно расколоть кольцо на две половинки, а затем на каждую половинку намотать обмотки трансформатора: на одну половинку — первичную, на вторую — вторичную. После намотки обмоток кольцо нетрудно склеить (клеем БФ-2, БФ-4 или другим).

Вообще в некоторых случаях трансформаторы на расколотых кольцах работают значительно лучше, чем на сплошных. Объясняется это токами, протекающими через обмотки трансформатора. Если намотка произведена на сплошном кольце, то даже небольшой ток может привести к насыщению сердечника, и эффективность трансформатора снизится. В расколотом же сердечнике для насыщения требуется значительно больший ток, поэтому трансформаторы на таких сердечниках можно включать в силовоточные цепи приемника.

**Склейка органического стекла.** Многие радиолюбители делают футляры для своих радиоприемников из органического стекла. При этом требуется склейка боковых стенок приемника. Один из лучших клеев для этих целей — дихлорэтановый. Для его приготовления настругайте или напилите стружку от органического стекла и насыпьте ее в раствор дихлорэтана. Чем больше стружки, тем гуще клей.

На предварительно зачищенные склеиваемые поверхности нанесите палочкой или кисточкой густой слой клея, дайте ему немного просохнуть (2—3 минуты), а затем прижмите поверхности друг к другу. Излишки клея удалите.

При высыхании клей выделяет вредные вещества, поэтому склеивание производите у открытого окна или в проветриваемом помещении.

При отсутствии дихлорэтана можно использовать клей для кожи, который вы сможете приобрести в магазинах хозяйственных товаров. В этом случае подготовленные поверхности густо смажьте клеем, соедините и просушите при температуре 30—35°С в течение 15—20 мин.

И еще один рецепт клея. Стружки органического стекла растворите в 85-процентной муравьиной кислоте (на 1 г стружек 15—20 г кислоты). Сразу же после растворения стружек клей готов к употреблению. Зачищенные детали быстро смажьте клеем, приложите и прижмите друг к другу. После высыхания клея детали будут прочно скреплены между собой.

**Окраска органического стекла.** Для окраски нужно применять специальные составы, растворяющие органическое стекло. Тогда окрашенный слой будет прочно связан с поверхностью органического стекла, его можно полировать, и он не будет выцветать со временем.

При изготовлении красителей можно использовать набор красок, применяющихся в фотографии. Нужную краску растворите в уксусной кислоте, добавляя ее понемногу в кислоту до тех пор, пока не получится цвет заданного оттенка. Затем раствор профильтруйте через слой фильтровальной бумаги и добавьте его в соотношении 1:1 по объему в состав из толуола (70%) и дихлорэтана (30%). Полученную смесь профильтруйте и добавьте в нее опилки органического стекла в таком количестве, чтобы полученный раствор можно было распылять пульверизатором на окрашиваемую поверхность. Нанесите несколько слоев с интервалом в 10—15 минут.

Краску можно растворить и в другом составе: бензол — 60%, дихлорэтан — 30%, уксусная кислота — 10%. Полученный раствор профильтруйте, добавьте в него стружки органического стекла и производите окраску с помощью пульверизатора.

Органическое стекло можно окрасить также с помощью цапонлака. Выпускаются цапонлаки синего, красного, зеленого, фиолетового, черного и других цветов. Лак соответствующего цвета (или в комбинации с другими цветами) налейте в стеклянную или эмалированную ванночку. В лак погрузите лист окрашиваемого органического стекла. Выдержка может быть от нескольких секунд до 15 минут — все зависит от требуемого оттенка: чем дольше материал будет находиться в лаке, тем темнее оттенок окраски. Для получения относительно темного оттенка, погружайте лист в ванночку с лаком несколько раз, каждый раз давая лаку высохнуть на листе.

**Как разрезать оргстекло!** Не всегда можно воспользоваться для этой цели ножовкой. Поэтому радиолюбители часто применяют простейший резак, изготовленный из обрезка негодного ножовочного полотна. Один конец полотна заточите на наждачном камне, как показано на рисунке 18. Ручку резака оберните изоляционной лентой. Перемещая по намеченной линии острие резака, вы сможете отрезать оргстекло.



# ДЛЯ УМЕЛЫХ РУК



**Художник М. Левичек**

**Научный консультант Б. С. Иванов**

Редактор Л. Архарова  
Художественный редактор Г. Крюкова  
Технический редактор И. Колодная  
Корректор Н. Пьяикова

Сдано в производство 7/V — 70 г. Подписано  
в печать 11 VI — 70 г. Л70566. Тираж 124 310  
0,75 печ. л. Усл. печ. л. 1 Уч.-изд. л. 1,74  
Изд. № 421. Заказ № 0122

По оригиналам издательства  
«Малыш»

Комитета по печати  
при Совете Министров РСФСР.

Московская типография № 13  
Главполиграфпрома Комитета по печати  
при Совете Министров СССР.  
Москва, ул. Баумана,  
Денисовский пер., д. 30.

