

Приложение
к журналу
ЮТ ЕХНИК

ЦЕНТРАЛЬНАЯ СТАНЦИЯ ЮНЫХ ТЕХНИКОВ

по ступеням



Простейшие ПРИЕМНИКИ



НА

ПОЛУПРОВОДНИКАХ

10
(100)

ИЗДАТЕЛЬСТВО
«ДЕТСКИЙ МИР»

1961

Для третьей ступени

ПРОСТЕЙШИЕ ПРИЕМНИКИ НА ПОЛУПРОВОДНИКАХ

Р. Г. Варламов

С появлением полупроводниковых диодов и триодов стало возможным создавать миниатюрные, надежно работающие и экономичные приемники. Вместе с батареей приемник на полупроводниках может быть карманным в буквальном смысле этого слова, что делает его очень удобным для туристских походов и путешествий. Но собрать и хорошо наладить такой приемник без достаточного опыта работы с полупроводниковыми диодами и триодами — дело не такое простое, как кажется поначалу. Объясняется это рядом особенностей, присущих полупроводниковым приборам.

В этой брошюре дано описание наиболее простых приемников, доступных каждому юному радиолюбителю. Знания и навыки, полученные в процессе монтажа и наладки таких приемников, позволят перейти к постройке более сложных радио-конструкций на полупроводниках.

ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЙ ДИОД И ТРИОД

Полупроводниковый диод — это простейший полупроводниковый прибор, хорошо проводящий ток в одном направлении и плохо — в другом. Это детектор, с которым вы уже познакомились, когда строили свои первые приемники — детекторные.

Полупроводниковый триод, или транзистор,— более сложный полупроводниковый прибор. Он внешне совсем не похож на знакомую вам трехэлектродную лампу — триод. Но он, как и электронная лампа, усиливает электрические колебания высокой и низкой частоты, что дает возможность создавать чувствительные и мощные приемники.

Полупроводниковый триод имеет три электрода: эмиттер (Э), базу (Б) и коллектор (К). Схематически триод (ПТ) обозначают в виде окружности, внутри которой база изображена жирной вертикальной черточкой, эмиттер — черточкой со стрелкой, а коллектор — черточкой без стрелки.

Полупроводниковые диоды и триоды делятся на две группы: точечные и плоскостные.

В рекомендуемых нами конструкциях используются полупроводниковые диоды точечного типа и полупроводниковые триоды плоскостного типа. Полупроводниковые диоды плоскостного типа плохо работают в качестве детектора в приемниках. Их основное назначение — работа в выпрямителях.

Точечные триоды не нашли пока широкого применения в любительских конструкциях из-за ряда присущих им недостатков.

Внешний вид некоторых типов точечных полупроводниковых диодов показан на рис. 1, а плоскостных триодов — на рис. 2.

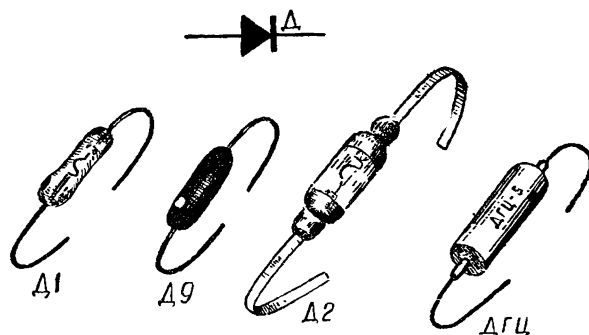


Рис. 1. Внешний вид некоторых точечных полупроводниковых диодов и обозначение диодов на схеме

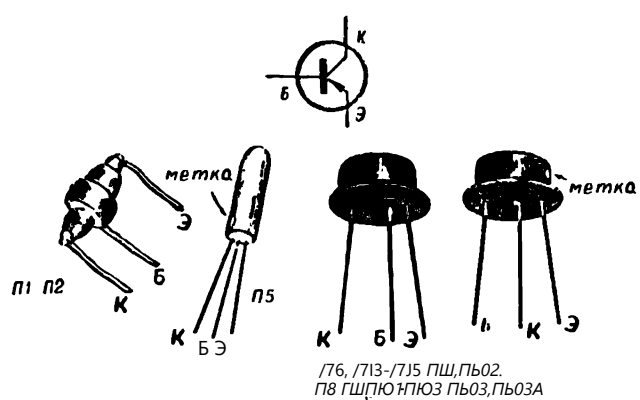


Рис. 2. Внешний вид некоторых плоских полупроводниковых триодов, их цоколевка и схематическое обозначение

ПРИЕМНИК С ОДНИМ ДИОДОМ

Для простейшего детекторного приемника требуется несколько конденсаторов, катушка индуктивности, полупроводниковый диод и телефонные трубки. Нужны будут также наружная антенна и заземление.

Принципиальная схема такого приемника и внешний вид его деталей показаны на рис. 3.

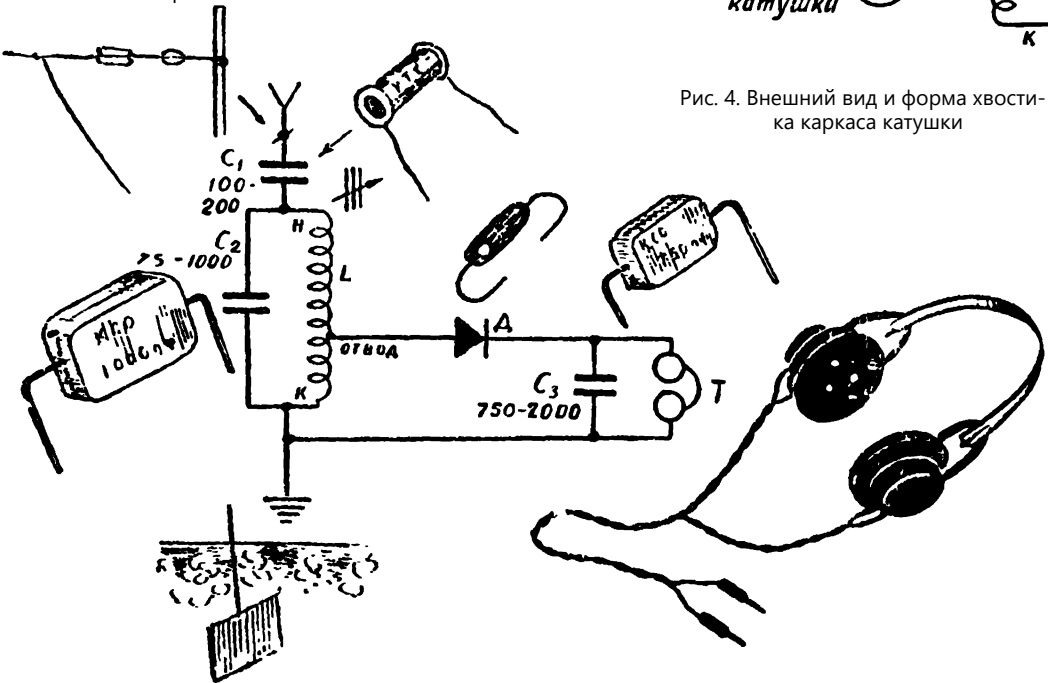


Рис. 3. Принципиальная схема простого детекторного приемника с фиксированной настройкой

Приемник работает так. Модулированные колебания высокой частоты, возбужденные радиоволнами в антенне, через антенный конденсатор C_1 поступают на колебательный контур, состоящий из катушки индуктивности L и конденсатора C_2 . С контура высокочастотные колебания попадают в цепь диода D - телефонные трубки T , где они детектируются и преобразуются в звук. Конденсатор C_3 улучшает условия работы телефонных трубок.

При наличии наружной антенны длиной 10-15 метров и хорошем заземлении, в качестве которого можно использовать трубы водопровода или водяного отопления, приемник обеспечивает достаточно громкий прием программ местной радиостанции на головные телефоны.

В колебательные контуры приемников ставят обычно конденсаторы переменной емкости. В контуре нашего приемника используется конденсатор постоянной емкости (C_1). Это значит, что контур рассчитан на прием только одной какой-то радиовещательной станции, то есть имеет фиксированную настройку. Грубая настройка контура на волну этой станции достигается подбором числа витков катушки L и емкости конденсатора C_2 , а точная - перемещением внутри катушки высокочастотного сердечника (на схеме обозначены тремя вертикальными черточками, пересекаемыми стрелкой), позволяющего в небольших пределах изменять ее индуктивность.

В качестве детектора используйте диод точечного типа Д2, Д1 или Д9.

Емкость антенного конденсатора C_1 может быть в пределах от 100 до 200 пф (пикофард). Желательно, чтобы этот конденсатор был керамическим (типа КТК)

или слюдяным (типа КСО). Чем меньше емкость этого конденсатора, тем тише будет работать приемник, но при этом слабее будет сказываться влияние разных антенн на настройку контура и улучшится отстройка от других станций, близких по частоте.

В колебательном контуре может стоять конденсатор емкостью от 75-80 до 800-1000 пф. Чем длиннее волна радиостанции, на которую надо настроить приемник, тем больше емкость этого конденсатора. Здесь также желательно поставить керамический или слюдяной конденсатор.

Конденсатор C может быть любого типа емкостью от 750 до 2000 пф. Телефонные трубки электромагнитные (типа ТОН) с сопротивлением катушек 2000-2200 ом.

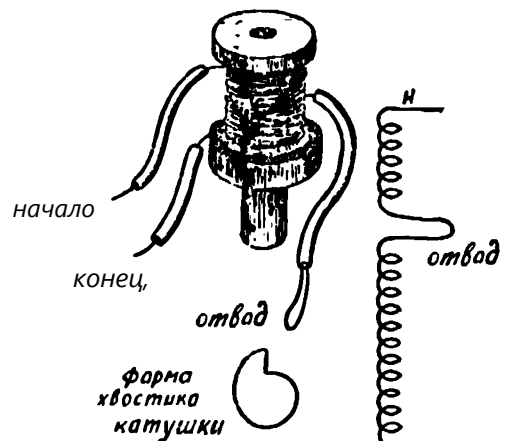


Рис. 4. Внешний вид и форма хвостика каркаса катушки

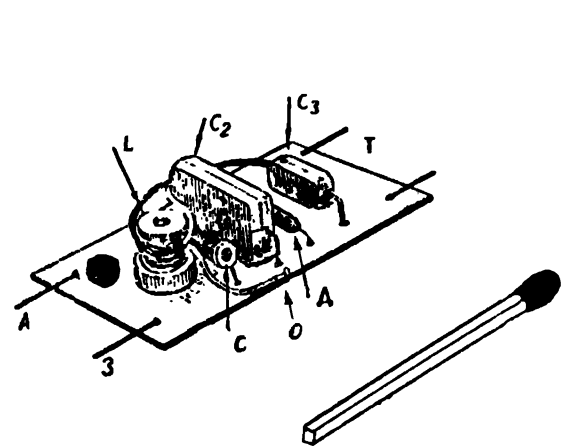
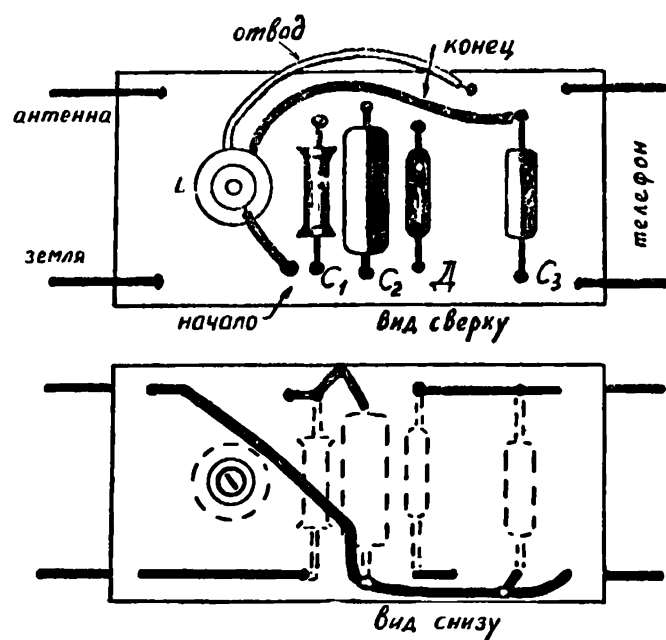


Рис. 5. Внешний вид и монтажные схемы детекторного приемника. Рядом для сравнения нарисована спичка

гетинакса или текстолита может быть около одного миллиметра, из фанеры - около двух. Примерные размеры и разметка отверстий платы показаны на рис. 6. В отверстие диаметром 6,8 мм вставляются хвостик каркаса катушки, заостренный зубчик которого закругляется. Кроме того, каркас приклеивается к плате клеем БФ или коллодием. Проволочные выводы деталей пропускаются в отверстия платы и снизу соединяются между собой согласно монтажной схеме.

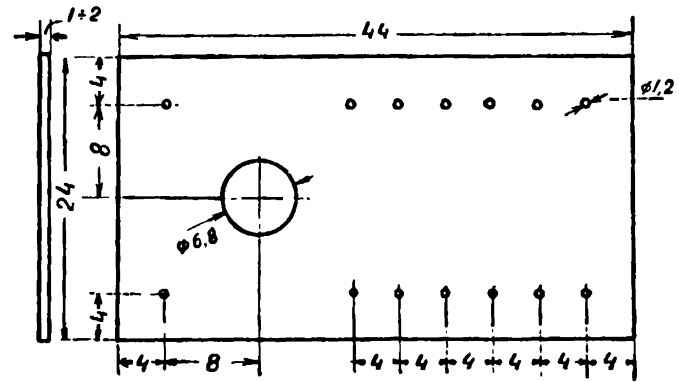


Рис. 6. Разметка платы для детекторного приемника

При пайке деталей, и особенно диода, надо стараться не перегреть их. Для этого при пайке захватываем проволочный вывод с помощью плоскогубцев, как показано на рис. 7.

Налаживание приемника сводится к подбору необходимой емкости конденсатора C_2 (по таблице) и индуктивности катушки (винчивая или, наоборот, вывинчивая ферритовый сердечник), добываясь наибольшей громкости работы радиоприемника. Точной настройкой контура надо считать тогда, когда при любом изменении индуктивности катушки с помощью ферритового сердечника громкость будет уменьшаться.

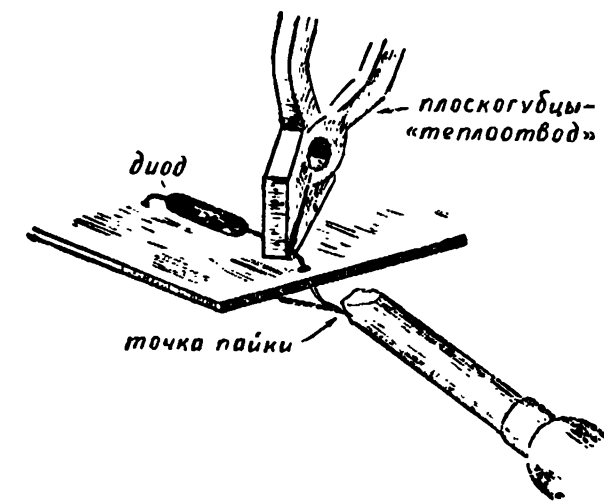


Рис. 7. Прием пайки выводов полупроводниковых приборов

Может случиться так, что не удастся достать рекомендуемый нами унифицированный каркас для катушки, тогда можно применить средневолновую или длинноволновую катушку входного контура от любого супергетеродина приемника. В этом случае отвод можно не делать, а намотать поверх нее дополнительно катушку связи. Она подключается к диоду также, как нижняя секция катушки с отводом. Число витков катушки связи подбирается экспериментально и может быть в пределах от одной третьей до одной десятой числа витков контурной катушки.

Можно использовать и самодельную катушку, намотанную на картонной гильзе диаметром 18-20 мм. Для диапазона длинных волн ее обмотка должна иметь 300 витков (отвод от 98 витка) провода диаметром 0,15-0,2 мм, для диапазона средних волн 150 витков (отвод от 50 витка) провода диаметром 0,2-0,27 мм. В этом случае настройка контура достигается только подбором емкости конденсатора C .

В колебательном контуре приемника можно, наоборот, вместо конденсатора постоянной емкости использовать подстроечный керамический конденсатор типа КПК-3 с максимальной емкостью 150-200 пф или малогабаритный переменный конденсатор с максимальной емкостью 350-500 пф. В этом случае приемник будет перекрывать значительный диапазон радиоволн. Размеры приемника увеличатся, но зато появится возможность слушать передачи на одной, а нескольких станциях.

Для удобства настройки приемника конденсатором типа КПК-3 к его подвижному диску можно приклеить кольцо с зубчиками по наружной окружности, выпиленное из органического стекла или хорошо проклеенной фанеры.

ПРИЕМНИКИ НА ОДНОМ ПОЛУПРОВОДНИКОВОМ ТРИОДЕ

Детекторный приемник прост, не требует батарей. Но он не всегда может обеспечить достаточно громкий прием отдаленных станций. Инос дело, если в этом приемнике диод заменить триодом. Тогда он будет принимать местные станции даже на комнатную антенну. Для питания триода потребуется источник постоянного тока с напряжением 1,5-4,5 вольт.

Принципиальная схема такого приемника показана на рис. 8, а внешний вид и монтажные схемы готового

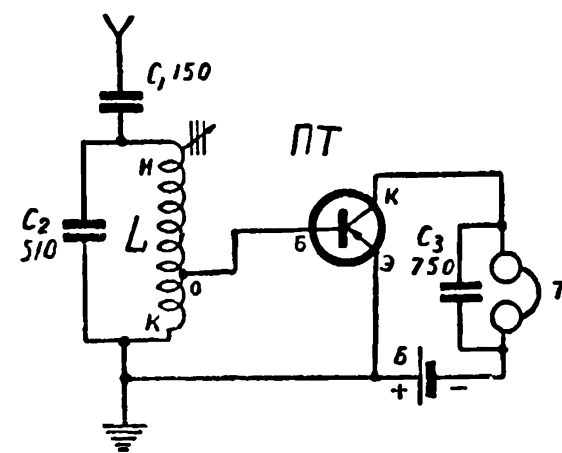


Рис. 8. Принципиальная схема приемника с фиксированной настройкой на одном полупроводниковом триоде

приемника - на рис. 9. Монтируется он на плате из гетинакса или фанеры, размером примерно 25 x 65 мм.

Высокочастотная часть этого приемника точно такая же, как у предыдущего приемника. Колебания с контура L, C_2 поступают на участок база - эмиттер триода ПТ, детектируются этим участком и усиливаются в цепи коллектора. В цепь коллектора включены телефонные трубки, преобразующие электрические колебания низкой частоты в звук.

Данные конденсаторов C_1, C_2 и C_3 и катушки L в этом приемнике такие же, как и в детекторном. Поэтому все то, что говорилось об этих деталях, в равной мере относится и к этому приемнику.

В приемнике можно использовать любой плоскостной триод из серии П1, П2, П5, П6, П13 - П15. Лучшие результаты дают триоды типа П1Г, П1Е, П1И, П6Г, П14 и П15. Еще лучше работают триоды типов П401-П403, но они дороги.

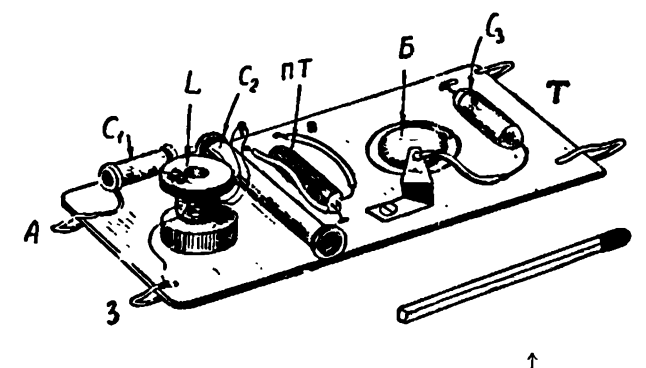


Рис. 9. Внешний вид и монтажные схемы приемника на одном полупроводниковом триоде

В нашем приемнике (рис. 9) работает триод типа П5Б, а источником его питания служит миниатюрный аккумулятор типа Д-0,06, который можно приобрести в магазине, торгующем слуховыми аппаратами. Вместо аккумулятора можно также использовать 1-2 элемента или батарейку от карманного электрического фонаря.

Подключая к триоду аккумулятор или батарейку, будьте очень внимательны: не перепутайте полярность! Иначе вы испортите совсем или частично полупроводниковый триод. Правильной полярностью источников тока для перечисленных выше триодов будет такая, при которой плюс соединяется с выводом эмиттера, а минус - с выводом коллектора.

По окончании работы с приемником отсоедините телефоны. При этом цепь батареи или аккумулятора автоматически разорвется, и они не будут напрасно разряжаться.

Чувствительность этого приемника можно еще больше повысить за счет очень небольшого изменения схемы. Для этого надо на каркас катушки L намотать еще одну катушку $L_{об}$, и перемонтировать конденсатор C_1 , увеличив его емкость до 2000-3000 пф (рис. 10). Катушка обратной связи $L_{об}$ должна иметь 20-40 витков провода ПЭ диаметром 0,1 мм. Включается она последовательно в цепь коллектора. При неправильном включении катушки обратной связи или недостаточном количестве витков в ней вы заметите, что громкость приема уменьшается. В этом случае надо поменять местами выводы катушки $L_{об}$ и громкость возрастет. Если появятся искажения звука, то уменьшайте число витков катушки обратной связи до тех пор, пока эти искажения не исчезнут.

Такую регулировку надо делать только после настройки контура приемника на выбранную станцию.

Если катушку обратной связи вводить в приемник с плавной настройкой, то число витков в ней должно быть таким, чтобы в любой точке диапазона не прослушивался свист и не было искажений звука.

Приемник на одном триоде имеет сравнительно малые размеры и вес, батарейки же ФБС, питающей его, хватит почти на полгода. Но слушать передачи приходится только на телефонные трубки. Значительно интереснее иметь приемник с громкоговорителем.

ПРИЕМНИК НА ТРЕХ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ТРИОДАХ

Принципиальную схему этого приемника вы видите на рис. 11. Он тоже с фиксированной настройкой. Число деталей в нем достигает почти двадцати.

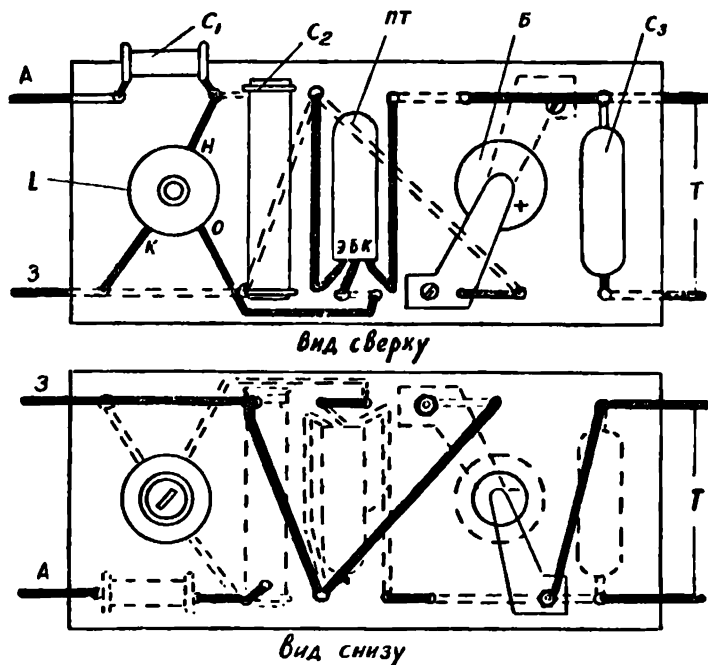
Высокочастотная часть приемника, в которую входят катушка индуктивности L и конденсаторы C_1 и C_2 , аналогична таким же участкам схем предыдущих приемников. Триод ПТ1 работает как детектор и предварительный усилитель низкой частоты. С его коллекторной цепи колебания низкой частоты через разделительный конденсатор C_4 подаются на триод ПТ2 второго каскада, усиливаются им и далее через конденса-

тор C_5 - на базу триода ПТ1 выходного каскада приемника. В цепь коллектора триода ПТ3 включена первичная (I) обмотка выходного трансформатора Тр1, а его вторичная (II) обмотка соединена со звуковой катушкой динамического громкоговорителя Гр.

Спротивления R_1 и R_3 - нагрузочные сопротивления коллекторов первых двух триодов. На них выделяется усиленный триодами сигнал. Спротивления R^* и R_4 определяют режим работы триодов ПТ2 и ПТ1. Выбором их величины мы обеспечиваем наибольшее усиление. Спротивление R_5 улучшает работу выходного триода.

Для питания приемника нужна батарейка от карманного фонаря.

В приемнике можно использовать такие триоды в первом каскаде (ПТ1- П1И, П1Ж, П1Е, П1Г, П6Г, П14, П15; во втором каскаде (ПТ2) - П1Д, П1В, П1Г, 5Г, П5Д П6В, П6Д, П13А, П13; в третьем каскаде (ПТ3) - П1А, П1Б, П1В, П5А, П5Б, П5В, П6А, П6Б, П13.



Данные деталей колебательного контура и антенного конденсатора вам уже известны по первым двум приемникам.

Емкость конденсатора C_3 , влияющего в основном на тембр звука, может быть в пределах от 2000 до 10 000 пф, то есть от 0,002 до 0,01 мкф (микрофард).

Конденсаторы C_1 и C_2 - электролитические малогабаритные типа ЭМ емкостью не менее 3-5 мкф на рабочем напряжении 10-15 в. Если размеры приемника вас не смущают, то вместо малогабаритных можно поставить электролитические конденсаторы типа КЭ такой же емкости или даже бумажные емкостью 1-2 мкф.

Величины сопротивлений могут колебаться в довольно широких пределах: R_1 и R_3 от 2,2 до 4,3 ком (килоом), R_2 - от 43 до 120 ком, R_4 - от 18 до 36 ком, R_5 - от 27 до 43 ком. Наивыгоднейшая величина этих сопротивлений зависит от используемых триодов и подбирается опытным путем во время налаживания приемника. Достигают эти замены одного сопротивления другим, добываясь наилучшей громкости и чистоты звука.

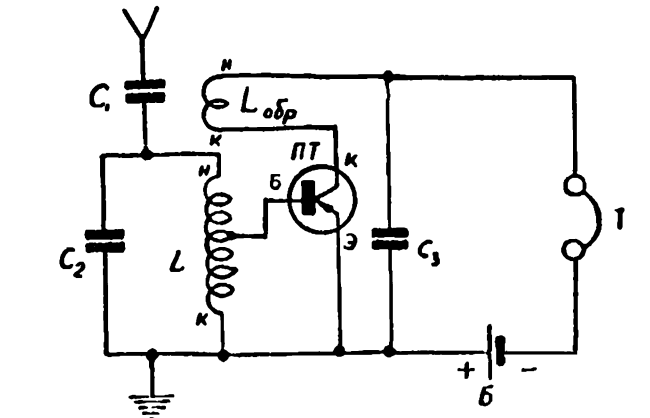


Рис. 10. Схема приемника с обратной связью

Для приемника подойдет любой маломощный трансляционный громкоговоритель, например типа «Байкал», «Чайка». Переходной трансформатор, которым снабжается трансляционный громкоговоритель, используется в приемнике как выходной трансформатор.

Для других динамиков, например таких, как 1ГД5, 1ГД9, выходной трансформатор придется сделать самим.

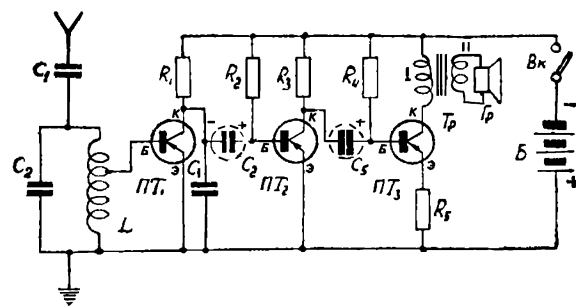


Рис. 11. Принципиальная схема приемника на трех полупроводниковых триодах

Форма и размеры пластин, каркас и общий вид самодельного трансформатора показаны на рис. 12.

Прежде всего заготовьте пластины для сердечника трансформатора. Их можно вырезать из средних язычков трансформаторного железа Ш-25 или ЛУ-30.

Количество пластин должно быть таково, чтобы толщина пакета нового сердечника была 10—12 мм. Каркас склейте из плотной бумаги или тонкого картона. На каркас наматывается сначала первичная обмотка, затем вторичная. Выводы обмоток пропускаются через отверстия в щечках каркаса.

Первичная обмотка (I) содержит 1500 витков провода ПЭ или ПЭВ диаметром 0,1—0,15 мм. Витки укладывайте плотно, избегая горбов и неровностей. Сверху первичную обмотку оберните несколькими слоями лакоткани или плотной (желательно кабелной) бумаги.

Вторичная обмотка (II) содержит 120 витков провода ПЭ или ПЭВ диаметром 0,44—0,55. В этой обмотке провод укладывайте рядами, виток к витку. Между рядами прокладывайте бумажную полоску.

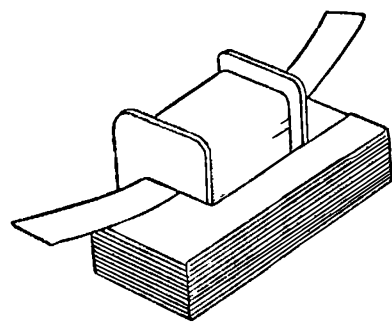
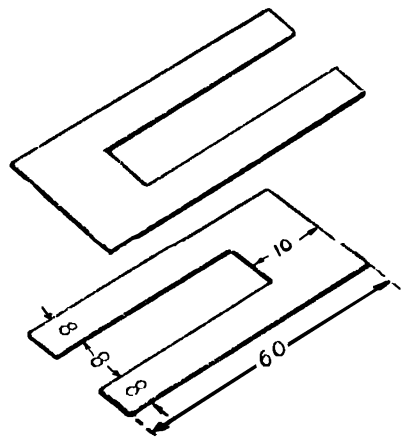


Рис. 12. Детали и устройство выходного трансформатора для приемника на трех триодах

Трансформатор крепится к панели приемника полоской жести, пропущенной через окно каркаса. Ее концы заггибаются под плату и приклеиваются или приклеиваются к ней.

В качестве выключателя Вк используйте двухконтактный «тумблер» или сделайте малогабаритный выключатель рычажкового типа.

Приемник монтируется на плате размером примерно 65 X 100 мм, вырезанной из гетинакса или фанеры. Расположение деталей на панели показано на рис. 13.

Просверлите в плате отверстия, пропустите в них выводы деталей и, пользуясь принципиальной схемой приемника, спаяйте их там между собой. Чтобы избежать ошибок или недоделок при монтаже, каждую вмонтированную деталь и соединение отмечайте на схеме карандашом. Схему можно перерисовать или перевести на кальку.

Для монтажа деталей очень удобно пользоваться пустотелыми заклепками, прочно вставленными в отверстия в плате. Их часто называют пистонами, так как они очень похожи на пистоны боинков, через которые продевают шнуры. Здесь же через отверстия в пистонах вы будете продевать выводы деталей или соединительные провода и припаивать их к пистонам снизу платы.

Батарея Б крепится к плате полоской из жести. Под полоску положите лакоткань или бумагу. Выходной трансформатор Тр уложен в прямоугольное отверстие, выпиленное в плате по форме каркаса с обмотками. Выключатель Вк самодельный рычажкового типа (смонтирован снизу платы).

Через контактные выводы, обозначенные буквами Гр, приемник соединяется со звуковой катушкой громкоговорителя.

Если используется трансляционный громкоговоритель, то монтажную панель приемника можно расположить внутри футляра этого громкоговорителя.

Во время налаживания приемника, которое сводится в основном к подбору сопротивлений, большую пользу может оказать миллиамперметр, включенный в цепи коллекторов триодов ПТ1 и ПТ2. Величину сопротивления (R) подберите такую, чтобы ток цепи коллектора первого триода был не менее 0,5 ма и не более 1,5 ма. Ток цепи коллектора триода ПТ2 должен быть в пределах 5—12 ма, что достигается изменением величины сопротивления R4.

может служить кусок изолированного провода длиной 5—7 метров, а заземлением — металлический штырь, воткнутый в землю.

Попробуйте сделать такой приемник.

ПРИЕМНИК НА ЧЕТЫРЕХ ТРИОДАХ

Предлагаем для эксперимента еще один приемник, схему которого вы увидите на рис. 14. Этот приемник, как и предыдущий, трехкаскадный, с динамиком, но отличается от него схемой выходного каскада и способом связи между последними двумя каскадами.

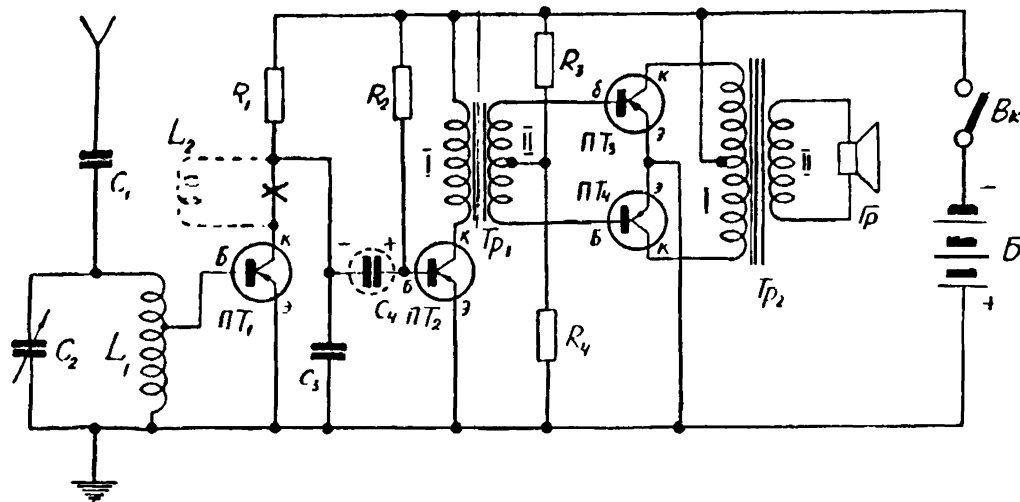


Рис. 14. Принципиальная схема приемника на четырех триодах с экономичным двухтактным выходным каскадом

Здесь колебания низкой частоты, усиленные триодом ПТ2, с помощью трансформатора Тр1 подаются на базы триодов ПТ3 и ПТ4 выходного каскада, включенных по так называемой двухтактной схеме. При такой схеме выходной каскад, несмотря на то, что в нем работают два триода, потребляет меньший ток и отдает громкоговорителю большую мощность, чем предыдущий приемник.

Первичная обмотка I согласующего трансформатора — 1400 витков провода ПЭ или ПЭЛ диаметром 0,06—0,08 мм, вторичная II обмотка — 800 витков того же провода с отводом от середины (400 + 400 витков).

Первичная обмотка I выходного трансформатора должна содержать 900 витков и иметь отвод от середины (450 + 450 витков), вторичная (II) обмотка — 150 витков. Для первой обмотки используется провод

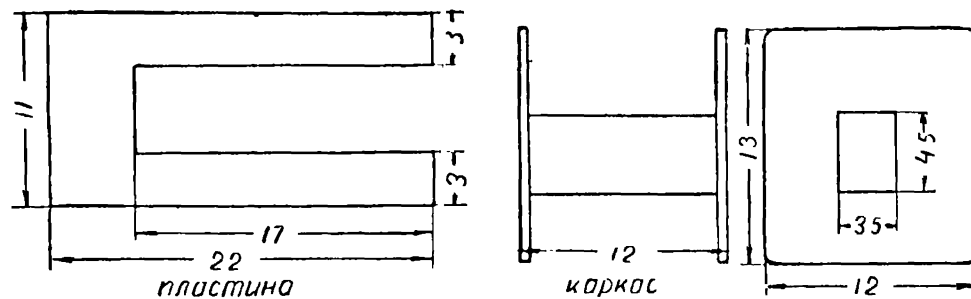


Рис. 15. Пластина и каркас согласующего трансформатора

В первом каскаде хорошо будут работать триоды типа П401, П402, П15, П6Г, П1И, П1Е (ПТ1), во втором — триоды типа П14, П13А, П6В (ПТ2), в выходном — два одинаковых триода типа П6В, П13А, П14 или П2А, П28 (ПТ3 и ПТ4).

Контурной катушкой (L) может быть любая из тех, о которых мы уже говорили: C2 — керамический подстроечный конденсатор КПК-3 с максимальной емкостью 150—200 пф.

ПЭ или ПЭЛ диаметром 0,15—0,17 мм, для второй — провод такой же марки, но диаметром 0,3—0,35 мм.

Примерное расположение деталей и частей приемника на монтажной плате показано на рис. 17. Размеры платы 65X160 мм, толщина — 1—2 мм. Маломощный динамический громкоговоритель помещается в небольшом ящичке, где может находиться и монтажная плата с деталями приемника.

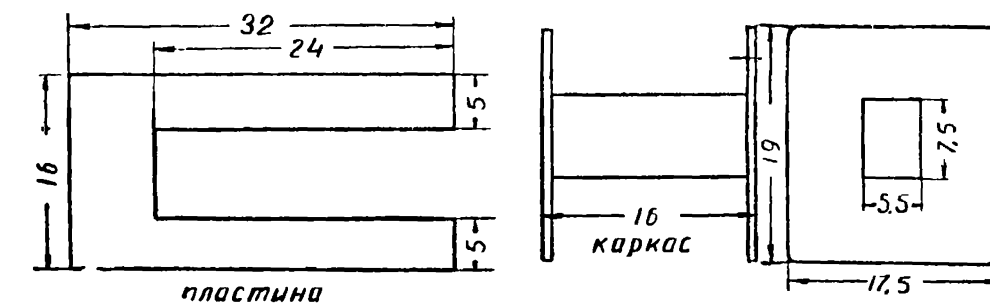


Рис. 16. Пластина и каркас выходного трансформатора

Данные конденсаторов C3 и C4 и сопротивлений R1 и R2 такие же, как и в предыдущей схеме. Величина сопротивления R3 выбирается в пределах от 2 до 6,2 ком, а сопротивления R4 — от 56 до 120 ом. Чем меньше будет величина сопротивления R2, тем меньше должна быть и величина сопротивления R4.

От правильного подбора этих сопротивлений во многом зависит громкость работы приемника и качество звука. Согласующий трансформатор Тр1 и выходной трансформатор Тр2 — самодельные. Форма и размеры пластин сердечника и каркаса первого трансформатора показаны на рис. 15, второго — на рис. 16. Технике изготовления этих трансформаторов такая же, как выходного трансформатора для приемника с тремя триодами.

ПРОВЕРКА ДИОДОВ И ТРИОДОВ

Очень часто радиолюбители, особенно начинающие, ставят в свои приемники бывшие в употреблении полупроводниковые диоды и триоды, не проверив их предварительно. Собрали приемник, а он не работает. Радиолюбитель в тупике: ошибка в монтаже или неисправность полупроводникового прибора?

Проверку триодов можно произвести с помощью омметра или тестера ТТ-1 или Ц-20 (рис. 18).

Поставьте прибор в положение «омы» с пределом измерения 100—150 ком. Минусовый щуп прибора соедините с выводом базы триода, а плюсовым щупом коснитесь поочередно выводов эмиттера и коллектора

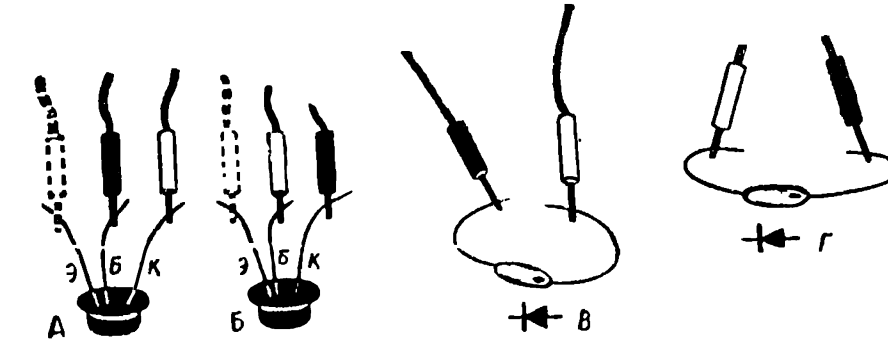


Рис. 18. Проверка полупроводниковых триодов и диодов с помощью омметра

Т а б л и ц а

Длина волны, м	Рабочая частота радиостанции, кГц	Емкость конденсатора (пф) при числе витков катушки		
		210 отвод от 70 витка	170 отвод от 50 витка	110 отвод от 30 витка
1930—1730	155-173	1000		
1650—1500	182—200	750		
1440—1270	209—236	610	750	
1220—1140	245—263	390	620	
1110—1060	272—281	180	330	360
548-522	648—575	68	110	330
507-463	593-647		100	300
457-433	656—692		91	270
423-375	710—800		82	240
372—363	809-827		75	200
355-340	845—881		62	180
337—328	890-917			150
324—309	926—970			130
300-287	1000—1043			120
280-264	1070—1142			100

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

- Борисов 8. Г. Юный радиоловитель, Госэнергоиздат, 1959.
Кольцов Б. 8. Миниатюрные громкоговорители для приемников на транзисторах.
Лабутин В. К. и Поляков Т. Л. Карманный приемник на транзисторах. Госэнергоиздат, 1957.
Лугвин В. Г. Радиоловительские конструкции транзисторных приемников. Госэнергоиздат, 1960.
Яковлев В. В. Любительские переносные приемники на транзисторах. Госэнергоиздат, 1960.
Журнал «Радио» № 6, 1960 г. (Описание самодельных катушек).
Журнал «Радио» № 11, 1960 г. (Описание приемника «Малыш»).
Журнал «Радио» № 3, 1961 г. (Описание простого приемника с электронными лампами и полупроводниковыми приборами).

Под общей редакцией В. Г. Борисова
Ответственный редактор О. Н. Новосельцева
Художественный редактор А. С. Куприянов
Технический редактор Б. В. С около ка

Л107091.

уч.-изд. л. 1,37

Тираж 100000 экз.

Подписано к печати 25/У — 1961 г. Бумага 70X108'/16

0275

Изд. №763

Московская типография № 4 Управления полиграфической промышленности.
Мосторсовнархоза, ул. Баумана, Гарднеровский пер., 1а.

Цена 9 коп.



Для умелых рук

Москва Ф 1961