



# Школа начинающего радиолюбителя с электроники (2-е издание).

## Содержание.

[О книге...](#)

[От автора.](#)

### Глава 1. Уроки юного конструктора.

[Урок 1. Знакомство с электричеством и другими величинами измерения.](#)

[Урок 2. Ознакомление с радиодеталями.](#)

[Резисторы.](#) (постоянные, подстроечные, переменные)

[Конденсаторы.](#) (постоянные, подстроечные, переменные, оксидные)

[Транзисторы.](#) (биполярные, полевые, фототранзисторы)

[Диод и его производные.](#) (диодные мосты, стабилитроны, варикапы)

[Светоизлучающие элементы.](#) (светодиоды, индикаторы, оптопары)

[Тиристоры.](#) (симисторы, динисторы)

[Микросхемы широкого и специального применения.](#) (ТТЛ, КМОП, специализированные).

[Прочие радиодетали и их условные обозначения.](#) (различие между отечественным и импортным обозначениями)

[Радиолампы. Дань прошлому?](#) (плюсы и минусы ламповых усилителей, коэффициент гармоник)

### Глава 2. Инструмент и устройства.

[Рабочее место радиолюбителя.](#)

[Измерительный прибор.](#)

[Проверка деталей стрелочным омметром.](#)

[Учимся пользоваться цифровым тестером.](#)

[Секреты правильной пайки.](#) (флюс и припой)

[Безопасность во время работы.](#)

[Действие электрического тока на человека.](#) (что же убивает?)

[Что представляет собой молния?](#)

### Глава 3. Собираем свои первые электронные устройства.

[Закон Ома.](#)

[Практика начинающего радиолюбителя.](#)

[Вспышки на светодиоде.](#)

[Электронная канарейка.](#)

[Индикатор занятой телефонной линии.](#)

[Лабораторный блок питания.](#) (понятие общий провод или

земля)

Все о печатных платах.

Основные правила разработки печатных плат.

Изготовление печатных плат с помощью лазерного принтера.

Травление печатных плат. (приготовление растворов)

Звуковоспроизводящие устройства.

Простой усилитель мощности звуковой частоты (УМЗЧ).

(понятия экранированный провод, пульсации выпрямленного напряжения)

Мощный УМЗЧ на одной микросхеме.

Регулятор громкости, баланса и тембра.

Индикатор уровня выходного сигнала на светодиодах.  
(узнаем, где у микросхем первый вывод)

Стрелочный индикатор уровня выходного сигнала.

Стереофонический приемник FM-диапазона.

Электричество - друг человека.

Подсветка для выключателя.

Фазометр своими руками.

Искатель скрытой проводки.

Блок питания для электромеханических часов.

Регулятор яркости светильника.

#### Глава 4. Подборка принципиальных схем.

Эффективный предварительный усилитель. (для "раскачки" слабого сигнала)

УМЗЧ с необычным темброблоком.

Музыкальный квартирный звонок.

Простая новогодняя гирлянда.

Универсальное зарядное устройство.

Цифровые электронные часы.

Зависимое включение периферийных устройств. (вместе с компьютером)

Включение светодиода в переменной цепи 220В.

Светодиодная лампа своими руками.

#### Глава 5. Справочник радиолюбителя.

Сокращенное обозначение номиналов на резисторах и конденсаторах.

Последовательное и паралельное соединение резисторов и конденсаторов.

Цветовая маркировка отечественных диодов.

Зарубежные выпрямительные диоды и мосты.

Цветовая маркировка отечественных стабилитронов и стабисторов.

Цоколевка отечественных транзисторов малой мощности.

Цоколевка отечественных транзисторов средней и большой мощности.

Цоколевка отечественных полевых транзисторов.

Цветовая и кодовая маркировка отечественных транзисторов.

[Зарубежные транзисторы и их отечественные аналоги.](#)  
[Маркировка и характеристика отечественных тиристоров.](#)  
[Микросхемные стабилизаторы напряжения.](#)  
[Музыкальные синтезаторы серии УМС.](#)  
[Зарубежные операционные усилители и их отечественные аналоги.](#)

[Радиолюбительские калькуляторы.](#)

[Рассчеты по закону Ома.](#)

[Определяем сопротивление резистора по цветным полосам.](#)

[Подсчет сопротивления резистора для светодиода.](#)

[Расчет дросселей на резисторах и ферритовых стержнях.](#)

[Лицензия на использование и распространение.](#)

[Оплата и регистрация.](#)

[Об авторе...](#)

© 2011 Школа начинающего радиолюбителя с учетом современной электроники (2-е издание)  
Разработчик программного и веб-интерфейса - Владимир Дригалкин aka LENIN INC.  
Все права защищены.

## О книге...

Если у вас есть огромное желание дружить с электроникой, если вы хотите создавать свои самоделки, но не знаете, с чего начать, - воспользуйтесь этой электронной книгой. Она познакомит вас с современными и старыми радиодеталями, научит различать их на принципиальных схемах. Вы узнаете, что такое электрический ток, сопротивление, емкость и другие величины измерения, научитесь работать с паяльником, измерительным прибором, разрабатывать и создавать печатные платы.

Данный учебник написан доступным и простым языком, без лишней литературной лирики. Чтобы познакомить юных радиолюбителей с электричеством и различными величинами измерения, использован элементарный метод сравнения. Рядом с каждой принципиальной схемой - изображение с внешним видом и цоколевкой (расположение выводов) радиодеталей. Все подробно описано, иногда представлен монтаж того или иного устройства, чтобы визуально можно было увидеть, что же должно получиться.

Книга также содержит справочник по радиодеталям, который, возможно, будет интересен и профессионалам.

© 2011 Школа начинающего радиолюбителя с учетом современной электроники (2-е издание)  
Разработчик программного и веб-интерфейса - Владимир Дригалкин aka LENIN INC.  
Все права защищены.

## От автора.

Дорогие читатели!

Все вы, конечно, знаете об одной из широчайших областей современной техники - электронике. Смотрите ли вы телевизор, слушаете радиоприемник или пользуетесь музыкальным центром - всюду «работает» электроника. Это она «рисует» изображение на экране телевизора и «приносит» в квартиры голос диктора, превращает запись на бороздках компакт-дисков в звук. Внимательно посмотрите вокруг, и вы увидите немало приборов, которые благодаря электронике рождаются вторично, например наручные или настольные часы. Электронные устройства в них с большой точностью отсчитывают секунды и минуты, показывая на экране время. А возьмите телефонный аппарат: в нем появилась электронная память, способная сохранять десятки номеров. Набирать их необязательно - достаточно нажать на кнопку, которой соответствует определенный номер. В фотоаппарате электронный «глаз» следит за освещенностью объекта съемки и автоматически устанавливает нужную выдержку. Даже квартирные звонки - электронные. При нажатии на кнопку возле входной двери в квартире раздаются звуки, которые имитируют пение птиц или мелодию известной песни, а иногда женский или мужской голос, который говорит: «Откройте дверь!».

В настоящее время электроника дает возможность решать задачи, которые раньше казались неразрешимыми. Она помогает человеку изучать поверхность и окружающее пространство Луны и некоторых планет, например Венеры и Марса. С помощью электроники человек может наблюдать за развитием живой клетки; за доли секунды выполнять вычисления, на которые расходовались годы; видеть в полной темноте, как днем.

Порой электроника заменяет человека в его работе: сегодня можно встретить электронного диспетчера, секретаря, экскурсовода, закройщика, переводчика. Электронику даже научили играть в шахматы! И не просто играть, а выигрывать у гроссмейстеров! На промышленных предприятиях электроника автоматически поддерживает заданную температуру и влажность в помещениях, руководит станками и поточными линиями, выполняет сложнейшие операции. В космонавтике без электроники невозможно точно рассчитать траекторию полета корабля, поддерживать видео и телефонную связь с космонавтами, руководить полетом искусственных спутников с Земли.

Электроника пришла даже школу. Уже с 6-го класса детей учат программированию, основам веб-дизайна - всему тому, что ранее казалось фантастикой...

Какую бы профессию вы ни выбрали, с электроникой будете встречаться всюду. Чем раньше вы с ней «познакомитесь», тем плотнее будет

дальнейшее «сотрудничество». Сделать первый шаг к такому знакомству поможет данная книга. С ее помощью вы научитесь собирать очень простые и сложные электронные самоделки. Многие начинают работать сразу, но есть и такие, которые придется налаживать с помощью измерительного прибора. Практически все самоделки - прототипы электронных приборов, используемых в быту или на промышленных предприятиях.

Не спешите сразу строить понравившуюся самоделку, ведь у вас нет опыта и знаний. На простейших устройствах постарайтесь понять принцип построения электронных схем и их монтажа. Постепенно постигая азбуку практической электроники, вы станете радиолюбителем, который умеет не только «читать» радиосхемы, но и монтировать, а также налаживать разнообразнейшие конструкции.

Будет лучше, если вы начнете изучать электронику вместе с друзьями, организовав домашний радиокружок, возможно, вместе со взрослыми при ЖЭКе. В таком кружке смогут заниматься ребята из ближайших домов.

Надеюсь, что моя книга станет добрым практическим руководством в работе. В дополнение к ней постарайтесь взять в библиотеке или в скачать в Интернете другие пособия. Они дадут возможность лучше разобраться в физических процессах, происходящих в созданных вами электронных устройствах, а также найти ответы на любые возникающие вопросы. Не забывайте и про ближайшие внешкольные учреждения (если таковые еще остались), где вы сможете получить любую консультацию и практическую помощь. Итак, дерзайте!

Желаю успехов!

© 2011 Школа начинающего радиолюбителя с учетом современной электроники (2-е издание)  
Разработчик программного и веб-интерфейса - Владимир Дригалкин aka LENIN INC.  
Все права защищены.

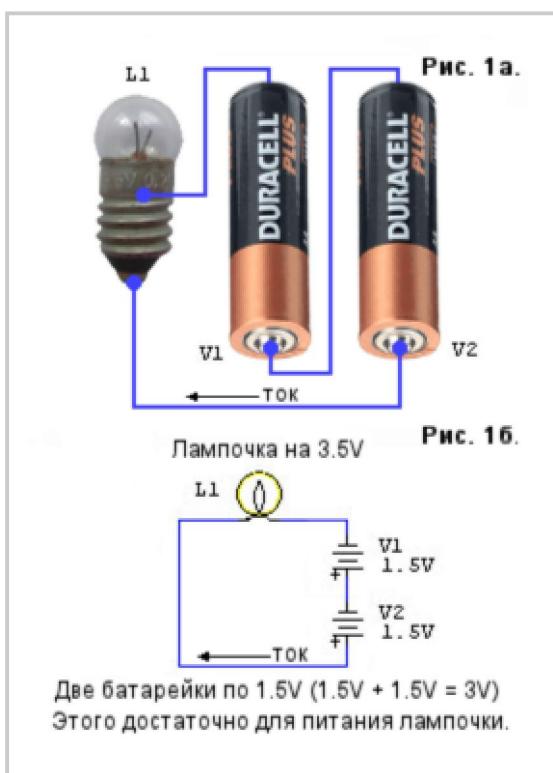
## Глава 1. Уроки юного конструктора.

### Урок 1. Знакомство с электричеством и другими величинами измерения.

Всё с чего-то начинается. И электроника не исключение. Она начинается с **электричества!** Вообразите себе большой резервуар, в котором помещается под давлением вода, что в любой миг может вырваться наружу. От резервуара отходит труба с краном. Открыли кран, и вода ринулась через трубу, например в бассейн. Если диаметр трубы маленький, скорость потока небольшая. Увеличили диаметр трубы - выростет и скорость потока. Происходит это потому, что с увеличением диаметра трубы оказывает меньшее сопротивление напора воды, и она вытекает с большей скоростью.

Предположим, что резервуар с водой - это источник электрической энергии, которое имеет определенное напряжение (давление воды), а труба - нагрузка, сопротивление (диаметр трубы) которое может изменяться. Тогда водный поток можно воспринять как электрический ток, который проходит через нагрузку.

Пока сопротивление нагрузки маленькое (диаметр трубы большой), через него идет значительный ток (большая скорость потока). Если же сопротивление возрастает (уменьшается диаметр трубы), электрический ток (скорость потока), наоборот, уменьшается. С помощью этой аналогии вы, наверное, можете самостоятельно определить, как изменится ток при увеличении напряжения (повышении давления воды в резервуаре).



А теперь перейдем к единицам измерения **напряжения**, тока и сопротивления. Напряжение измеряют в вольтах, обозначая эту единицу буквой В (в английском варианте - V). Если вы посмотрите на этикетку, например, пальчиковой батарейки, то заметите на ней надпись "1,5 В". Это значит, что напряжение батареи 1,5 вольта. И еще на этикетке есть знаки "+" и "-", чаще всего просто - "+". Это полярность выводов. Она указывает, в каком направлении будет идти ток, если к батарее подключить нагрузку, скажем лампочку карманного фонаря. Вы все, конечно, видели такую лампочку и знаете, что внутри стеклянного баллона в ней подвешен тонкий металлический волосок. Один конец его припаян к нарезной части лампочки, а второй - к контакту

Рис.1. а - Монтажная схема подключения лампочки к батарее питания.  
б - Принципиальная схема подключения лампочки к батарее питания.

внизу. Нарезная часть и контакт - это выводы лампочки. Как только их подключают к выводам батареи, через волосок лампочки начинает течь электрический ток. Направление его будет определено - от плюсового вывода батареи к минусовому.

Поскольку ток течет постоянно в одном направлении, его называют постоянным, напряжение - постоянное (см. Рис.1).

На Рис.1(а) показана монтажная, а на Рис.1(б) - принципиальная схема подключения батарейки, а точнее двух батареек, соединенных последовательно, т.к. нам нужно получить около 3В для питания лампочки. Расчет тут простой:  $1,5\text{V} + 1,5\text{V} = 3\text{V}$ . Как видно из рисунка монтажная схема показывает соединение элементов, которые представлены такими, какими они есть на самом деле. В принципиальной схеме эти элементы (радиодетали, различные переключатели и т.п.) показываются условными графическими обозначениями (символами). Об этом я подробнее расскажу, когда мы будем знакомится с радиодеталями.

"А почему же не указывают полярности на гнездах сетевой розетки?" - спросите вы. Дело в том, что сетевое напряжение переменное. Это значит, что в одном гнезде розетки напряжения плюс, в другом - минус, и наоборот. Такое изменение полярности происходит 100 раз за секунду. При включении в розетку, например, настольной лампы через ее волосок потечет ток, направление которого будет изменяться столько же раз за секунду, сколько и полярность напряжения.

Силу электрического **тока** измеряют в амперах, обозначая эту единицу буквой А. Тем не менее на практике такой ток встречается крайне редко, поэтому используют меньшую единицу - миллиампер - тысячную частицу ампера, которую обозначают буквами мА. Существует и другая меньшая единица - микроампер (мкА) и применяется для описания токов в микромощных электронных схемах.

Очень часто вам придется иметь дело с такой единицой измерения как **сопротивление**. Измеряют его в омах (условное обозначение Ом). Кроме этой единицы, используют большие единицы: килоом (1 кОм = 1000 Ом) и мегоом (1 МОм = 1000 кОм = 1 000 000 Ом).

Когда протекание тока через проводник вызывает появление магнитного поля, и в этом поле, окружающем проводник, накапливается энергия - то это величина измерения будет называться **индуктивностью**. Основное свойство индуктивности состоит в том, что она оказывает сопротивление изменениям протекающего тока. Основная единица измерения индуктивности - генри. На практике используются такие единицы, как миллигенри (мГн) - одна тысячная генри и микрогенри - одна на миллион генри.

Существует еще одна довольно распространенная величина - **электрическая емкость**. Она характеризует способность удерживать

"электрический заряд". Основная единица измерения емкости - фарада ( $\Phi$ ). Фарада - это очень большая емкость, не часто используемая в электронных схемах, поэтому мы обычно имеем дело с микрофарадами ( $\mu\Phi$ ) - миллионными долями фарады и пикофарадами ( $p\Phi$ ) - миллионными долями микрофарады. Хочется заметить, что конденсатор емкостью в несколько фарад способен некоторое время работать как аккумулятор. Поэтому многие умельцы ставят их в стационарные электронные часы, чтобы при пропадании электроэнергии, например кратковременном, они могли работать и не сбить свой ход.

В звукоусилительной технике часто используется единица измерения - **дБибел** (dB). Это чувствительность человеческого уха к изменению звуковой мощности.

И наконец **мощность** - работа, выполненная в единицу времени. На практике (в том числе и в электронике) в качестве единицы мощности принят ватт (W). В электрических схемах мощность равна напряжению на схемном компоненте или участке цепи, умноженному на ток, протекающий через них. Например, если напряжение 9 В приложено к некоторому компоненту или ко всей схеме и вызывает в них ток 0,5 А, то полная мощность будет равна 9 умножить на 0,5 т. е. 4,5 Вт. Стоить отметить, что мощность в любом активном сопротивлении, в том числе в соединительных проводах и резисторах, выделяется в виде тепла.

Также существует единица **отклонений** от номинальных значений радиодеталей. Данная величина измеряется в процентах и чем она ниже - тем лучше. Хотя в электронике это не часто имеет столь важный характер.

## Глава 1. Уроки юного конструктора.

### Урок 2. Ознакомление с радиодеталями.

#### Резисторы.

Какие только детали не потребуются для изготовления конструкций, которые предлагаются! Здесь и резисторы, и транзисторы, и конденсаторы, и диоды, и выключатели... Из разнообразных радиодеталей нужно уметь быстро отличить за внешним видом нужную, расшифровать надпись на ее корпусе, определить выводы и распознать ее на принципиальной схеме (схема самоделки). О том, как это сделать, и будет рассказано далее. Подробные сведения о радиодеталях вы найдете в описании конструкций самоделок. Не лишним будет купить справочник радиолюбителя. На данный момент с поиском такой литературы есть затруднения, поэтому, если, отыщите на рынке какой-нибудь старенький справочник, - покупайте, пригодиться и такой. А вообще на сегодняшний день лучший справочник - данная книга и Интернет.

Практически в каждой конструкции встречается **резистор**. Он представляет собой фарфоровую трубочку (или стержень), на которую извне напылено тончайшую пленку металла или сажи (углерода). Резистор имеет сопротивление и используется для того, чтобы установить нужный ток в электрической цепи. Вспомните пример с резервуаром: изменяя диаметр трубы (сопротивление нагрузки), можно получить ту или другую скорость потока воды (электрический ток разной силы). Чем тоньше пленка на фарфоровой трубочке или стержне, тем большее сопротивление тока. Поэтому эту деталь иногда называют сопротивлением.

Резисторы делятся на постоянные, подстроечные и переменные. Из **постоянных** чаще всего используются резисторы типа МЛТ (металлизированный лакированный теплостойкий). Подстроечные резисторы предназначены для настройки аппаратуры, а резистор со сменным сопротивлением (переменный или потенциометр) применяют для регулировки, например, для установки громкости в музыкальных центрах.

Резисторы различают по сопротивлению и мощности. Сопротивление, как вы уже знаете, измеряют в омах, килоомах и мегоомах, а мощность - в ваттах. Резисторы разной мощности отличаются размерами. Чем больше мощность резистора, тем больше его размеры. Внешний вид постоянных резисторов показан на Рис.1.



Рис.1. Внешний вид некоторых постоянных резисторов импортного и отечественного производства.

Для миниатюризации своих устройств некоторые радиолюбители используют ЧИП-компоненты, среди которых могут быть как резисторы, так и конденсаторы. На Рис.1(г) показан внешний вид **ЧИП-резистора**. В зарубежной электронике он называется SMD (от Surface Mounted Device - прибор, монтируемый на поверхность). Другими словами ЧИП-компоненты - это безвыводные радиодетали для монтажа на поверхность печатной платы.

На принципиальной схеме резисторы обозначают прямоугольником (см. Рис.2). При этом в прямоугольнике может быть указана мощность резистора. Если резистор больше 2Вт, тогда ваттность указывается "прямо" рядом с условным обозначением резистора, например - 5Вт, или в зарубежном варианте - 5W.

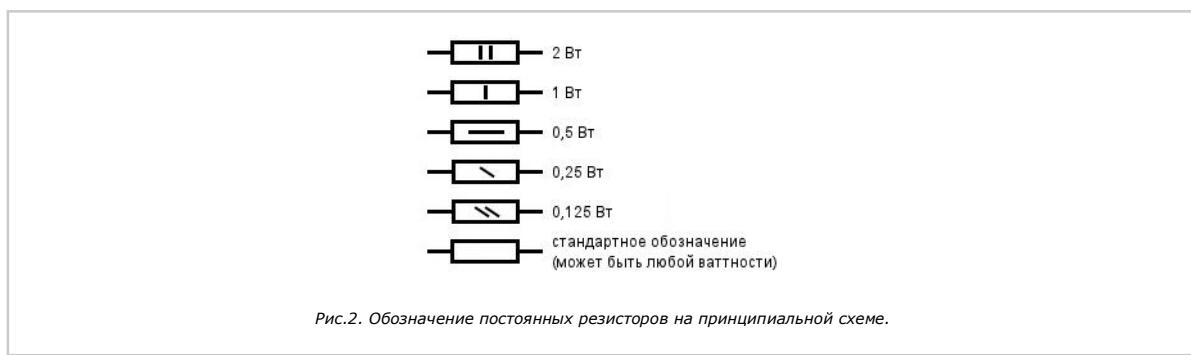


Рис.2. Обозначение постоянных резисторов на принципиальной схеме.

В отличие от постоянных резисторов, которые имеют два вывода, у **переменных** резисторов (иногда их называют потенциометрами) таких выводов три. На схеме указывают сопротивление между крайними выводами сменного резистора. Сопротивление же между средним выводом и крайними изменяется при вращении оси резистора, которое выступает наружу. Причем, если ось возвращают в одну сторону, сопротивление между средним выводом и одним из крайних возрастает, соответственно уменьшаясь между средним выводом и другим крайним. Если же ось возвращают

назад, происходит обратное. Переменные резисторы, как и постоянные, могут быть разной мощности, что можно определить по их размерам. Особенно большой мощностью обладают проволочные резисторы, которые предназначены для работы в цепях постоянного и переменного токов. Внешний вид некоторых переменных резисторов представлен на Рис.3.



Рис.3. Внешний вид некоторых переменных резисторов импортного и отечественного производства.

Подобным образом работают и **подстроечные** резисторы, однако они, как уже понятно из названия, служат для подстройки, а точнее для установки более точного сопротивления. После чего их больше не трогают. Внешний вид некоторых подстроечников показан на Рис.4.



Рис.4. Внешний вид некоторых подстроечных резисторов импортного и отечественного производства.

Так как переменные и подстроечные резисторы выполняют практически одну и ту же функцию, на принципиальной схеме они могут обозначаться одинаково. По крайне мере в зарубежной схемотехнике. Хотя в отечественном условном обозначении разница присутствует: подстроечник не содержит стрелки (см. Рис.5.). Чтобы определить, что же за резистор использован в устройстве - читайте документацию к принципиальной схеме. Хотя с практикой, вы сможете разбираться в этом сами.

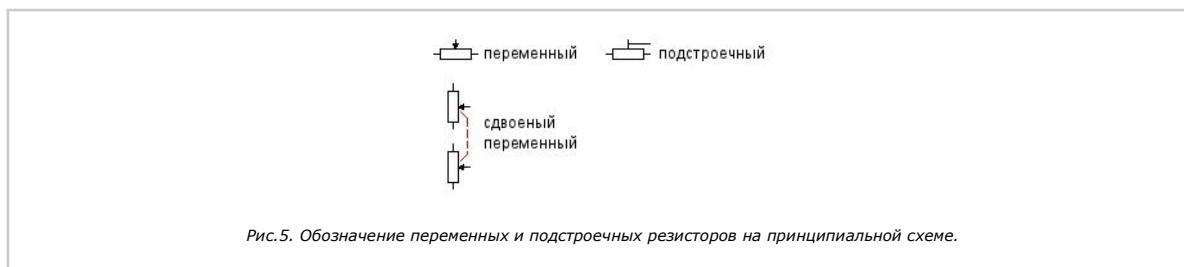


Рис.5. Обозначение переменных и подстроечных резисторов на принципиальной схеме.

Номинальное значение сопротивления резистора указывается производителем на корпусе изделия. Там же указывают и ряд других его характеристик. Для маркировки резисторов используют специальные кодировки: буквенно-цифровую, цифровую и цветовую.

Сопротивление резистора на принципиальных схемах обозначают рядом с его условным обозначением. Если сопротивление меньше 1 кОм, цифрами указывают число омов без единицы измерения, иногда ставят букву R, чтобы обозначить омы. При сопротивлении 1 кОм и большему - до 1 МОм указывают число килоомов и ставят рядом букву "К". Сопротивление 1 МОм и больше выражают числом мегоомов с признаком буквы "М". Например, если на схеме рядом с обозначением резистора указано число 510, значит, сопротивление резистора 510 Ом, если 15R - 15 Ом. Обозначением 3,6 К и 820 К отвечает сопротивление 3,6 кОм и 820 кОм. Надпись на схеме 1 М или 4,7 М означает, что используются резисторы сопротивлением 1 МОм и 4,7 МОм. Кроме этого, часто проставляют и допустимую мощность.

При цифровой маркировке величина сопротивления резистора наносится тремя цифрами, из которых две первые

показывают ее мантиссу, а третья служит показателем степени 10 для дополнительного множителя. Например, 150 означает 15 Ом, 151 это 150 Ом, 152 - 1500 Ом и т.д. Соответственно, на резисторе с сопротивлением 15 МОм увидим в этом коде: 156.

К цветовой кодировке прибегли в связи с миниатюризацией изделий. Маркировку наносят на цилиндрическую поверхность резистора в виде точек или колец-поясков. Она обозначает номинальное сопротивление резистора и допускаемое отклонение его сопротивления от номинального значения. Номинальное сопротивление выражено в омах двумя или тремя цифрами (в случае трех цифр последняя не равна нулю) и множителем 10<sup>n</sup>, где n - любое целое число от - 2 до + 9. В связи с этим в Интернете появилось множество онлайн калькуляторов для определения сопротивления резисторов. Данная книга так же содержит один из них. Но, как по мне, проще измерить сопротивление резистора омметром (тестером, мультиметром - вообщем измерительным прибором).

Резисторы шумят! Различают собственные шумы и шумы скольжения. Собственные шумы резисторов складываются из тепловых и токовых шумов. Их возникновение связано с тепловым движением свободных электронов и прохождением электрического тока. Собственные шумы резисторов тем выше, чем больше температура и напряжение. Высокий уровень шумов резисторов ограничивает чувствительность электронных схем и создает помехи при воспроизведении полезного сигнала. Шумы скольжения (вращения) присущи переменным резисторам. Они возникают в динамическом режиме при движении подвижного контакта по резистивному элементу в виде напряжения помех. В приемных устройствах эти помехи приводят к различным шорохам и трескам. Поэтому в электронике стали использовать цифровую регулировку. Теперь не часто в аппаратуре встретишь регулятор громкости, построенный на потенциометре.

Кроме указанных выше резисторов, существуют полупроводниковые нелинейные - изделия электронной техники, основное свойство которых заключается в способности изменять свое электрическое сопротивление под действием управляющих факторов: температуры, напряжения, магнитного поля и др. В зависимости от воздействующего фактора они получили название терморезисторы, варисторы, магниторезисторы. В последнее время их стали относить к управляемым полупроводниковым резисторам. Иными словами, это элементы, чувствительные к воздействию определенного управляющего фактора (см. Рис.6).

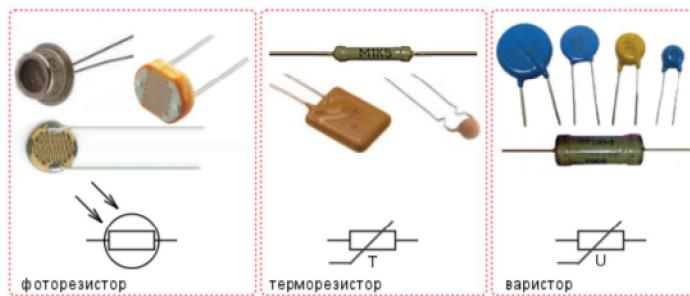


Рис. 6. Внешний вид и условные обозначения на принципиальной схеме некоторых нелинейных полупроводниковых элементов.

Среди них - **фоторезисторы**, меняющие свое сопротивление в зависимости от степени освещенности. Чем интенсивней свет, тем больше создается свободных носителей зарядов и тем меньше становится сопротивление элемента. У фоторезисторов обязательно определен диапазон температуры. Если использовать датчик при разных температурах, то следует обязательно ввести уточняющие преобразования, т.к. свойство сопротивления зависит от внешней температуры. В зависимости от назначения фоторезисторы имеют совершенно различное конструктивное оформление. Иногда это просто пластина полупроводника на стеклянном основании с токонесущими выводами, в других случаях фоторезистор имеет пластмассовый корпус с жесткими штырьками. Широко используются фоторезисторы в полиграфической промышленности при обнаружении обрывов бумажной ленты, контроле за количеством листов, подаваемых в печатную машину. Не обходятся без них и автоматические выключатели уличного освещения.

**Терморезисторы**, или **термисторы** - изменяют свое сопротивление в зависимости от температуры. Существуют терморезисторы как с отрицательным, так и с положительным температурным коэффициентом сопротивления - позисторы. Терморезисторы используются в системах дистанционного и централизованного измерения и регулирования температур, противожарной сигнализации, теплового контроля и защиты машин, измерения мощности, измерения вакуума, скоростей движения жидкостей и газов, в схемах размагничивания масок цветных кинескопов и др. Номинальное сопротивление R<sub>20</sub> - электрическое сопротивление, значение которого обозначено на терморезисторе или указано в нормативной документации, измеренное при определенной температуре окружающей среды (для большинства типов этих резисторов при 20 °C, а для терморезисторов с высокими рабочими температурами до 300 °C).

Отличительной особенностью **варисторов** является резко выраженная зависимость электрического сопротивления от приложенного к нему напряжения. Их используют для стабилизации и защиты от перенапряжений, преобразования частоты и напряжения, а также для регулирования усиления в системах автоматики, различных измерительных устройствах, в телевизионных приемниках. Например, варистор часто используют в сетевых (на 220В) удлинителях. Подключив такую деталь параллельно розеткам удлинителя, разработчики не стесняются заявлять о множестве различных защит и фильтров.

Еще существуют **магниторезисторы**. Действие таких резисторов основано на использовании магниторезистивного эффекта, который заключается в изменении сопротивления резистора при внесении его в магнитное поле. Регулируя напряженность управляющего магнитного поля или перемещая резистор в поле постоянного магнита, можно управлять

сопротивлением. Их используют в качестве датчиков угла поворота в специальных устройствах автоматики. Так как магниторезисторы не применяются в радиолюбительской практике, их рассмотрение ограничится только данным описанием.

© 2011 Школа начинающего радиолюбителя с учетом современной электроники (2-е издание)  
Разработчик программного и веб-интерфейса - Владимир Драгалкин aka LENIN INC.  
Все права защищены.

## Глава 1. Уроки юного конструктора.

### Урок 2. Ознакомление с радиодеталями.

#### Конденсаторы.

Надо сказать, что конденсатор, как и резистор, можно увидеть во многих самоделках. Как правило, простейший конденсатор - это две металлических пластинки и воздух между ними. Вместо воздуха может быть фарфор, слюда или другой материал, который не проводит тока. Если резистор пропускает постоянный ток, то через конденсатор он не проходит. А переменный ток через конденсатор проходит. Благодаря такому свойству конденсатор ставят там, где надо отделить постоянный ток от переменного.

Как вы знаете, у резистора основной параметр - сопротивление, у конденсатора же - емкость. Единица емкости - микрофарад (мкф) взята за основу в радиолюбительских конструкциях и в промышленной аппаратуре. Тем не менее чаще применяется другая единица - пикофарад - (пф), миллионная частица микрофарада. На схемах вы встретите и ту, и другую единицу. Причем емкость до 9100 пф включительно указывают на схемах в пикофарадах, а большую - в микрофарадах. Если, например, рядом с условным обозначением конденсатора написан "27", "510" или "6800", значит, емкость конденсатора соответственно 27, 510 или 6800 пф. А вот цифры 0,015, 0,25 или 1,0 свидетельствуют о том, что емкость конденсатора составляет соответствующее число микрофарад.

Конденсаторы бывают **постоянные**, подстроечные, переменные и электролитические. Кроме этого, они отличаются материалом между пластинами и внешней конструкцией. Бывают конденсаторы воздушные, слюдяные, керамические, пленочные и т.п. Применение тех или иных видов конденсаторов обычно описано в сопровождающей документации к принципиальной схеме. Некоторые конденсаторы постоянной емкости показаны на Рис.1.



Рис.1. Внешний вид некоторых конденсаторов постоянной емкости.

Среди большого разнообразия конденсаторов постоянной емкости особое место занимают **электролитические** конденсаторы. Сегодня чаще всего можно услышать название оксидные конденсаторы, т.к. в них используется оксидный диэлектрик. Такие конденсаторы выпускают большой емкости - от 0,5 до 4000 мкф. Оксидные конденсаторы полярны, поэтому на принципиальных схемах для них указывают не только емкость, но и знак "+" (плюс), а на самом конденсаторе: в зарубежном варианте нанесен знак "-", в отечественном устаревшем - "+". Кроме этого, на принципиальных схемах указывают и максимальное напряжение, на котором их можно использовать. Например, надпись 5,0x10 В означает, что конденсатор емкостью 5 мкф надо взять на напряжение не ниже 10 В. Замечу, что, если вы поставите "электролит" на напряжение 50 В, 160 В или еще большее, хуже работать устройство не будет! Вместе с тем выпускаются и **неполярные** оксидные конденсаторы, хотя применяются довольно редко. Существуют еще и **танталовые** конденсаторы, которые отличаются долговечностью, высокой стабильностью рабочих характеристик, устойчивостью к повышению температуры. При небольшом внешнем виде они могут обладать достаточно большой емкостью. Говоря о "танталах" отмечу, что линия, нанесенная на корпусе такого конденсатора, означает плюсовый вывод, а не минус, как многие думают. Некоторые разновидности электролитических конденсаторов показаны на Рис.2.



Рис.2. Внешний вид некоторых электролитических конденсаторов.

Оксидные конденсаторы обладают неприятным свойством терять емкость - "высыхать", что является одной из основных причин отказов радиоаппаратуры, находящейся в длительной эксплуатации. Такой неприятной особенностью в частности обладают отечественные электролиты, особенно старые. Поэтому старайтесь ставить зарубежные новые конденсаторы.

Особенностью **подстроекных** и **переменных** конденсаторов есть изменение емкости при обращении оси, которая выступает наружу. Раньше они широко применялись в радиоприемниках. Именно конденсатор переменной емкости крутили ваши родители для настройки на нужную радиостанцию. Некоторые переменные и подстроекные конденсаторы показаны на Рис.3.

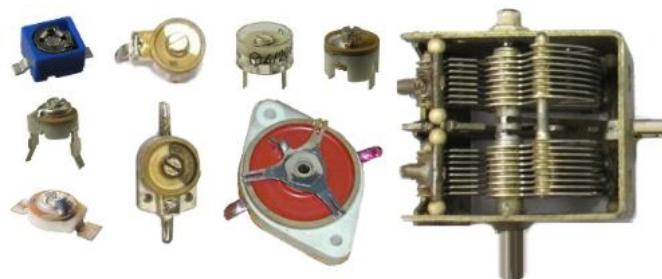


Рис.3. Внешний вид некоторых подстроекных конденсаторов, справа (большой) - конденсатор переменной емкости.

Для подстроекных или переменных конденсаторов на схеме указывают крайние значения емкости, которые создаются, если вращать ось конденсатора от одного крайнего положения к другому или вертеть по кругу (как у подстроекных конденсаторов). Например, надпись 5-180 свидетельствует о том, что в одном крайнем положении оси емкость конденсатора составляет 5 пФ, а в другом - 180 пФ. При плавном возвращении с одного положения в другое емкость конденсатора также плавно будет изменяться от 5 до 180 пФ или от 180 до 5 пФ. Сегодня не используют конденсаторы переменной емкости, так как их вытеснили варики - полупроводниковый элемент, емкость которого зависит от приложенного напряжения. Но об этом - в свою очередь.



Рис.4. Обозначение конденсаторов на принципиальной схеме.

Условные обозначения конденсаторов на принципиальной схеме показаны на Рис.4.

Номинальная емкость конденсаторов с указанием допуска, а также рабочее напряжение "прямо" проставляются на их корпусах. Однако в последние годы, цветовые художества появились и на конденсаторах. Геометрические же формы конденсаторов весьма разнообразны: диски, цилиндры, призмы и т.д. Весьма популярные танталовые сухие оксидные конденсаторы имеют каплеобразную форму, напоминая головастиков с двумя лапками. Цветовые метки, это и кольца, и полосы, и пятна, и размещаются по-всякому. Хорошо еще, что иногда проставляется величина емкости: ее измерение все-таки сложнее, чем измерение сопротивления.

В данном материале не представлены фотографии ЧИП-конденсаторов, т.к. они выглядят так же, как и безкорпусные резисторы. Ознакомившись с фотографиями этого и предыдущего материала можно смело сказать: многие совершенно разные радиодетали очень похожи, и спутать их может даже профессионал. Поэтому я склонен к выводу, что разработчики решили поиздеваться над радиолюбителями или проверить их сообразительность... А возможно, и то и другое.

© 2011 Школа начинающего радиолюбителя с учетом современной электроники (2-е издание)  
Парашотчик программного и веб-интерфейса - Владимир Драгалкин aka LENIN INC.  
Все права защищены.

## Глава 1. Уроки юного конструктора.

### Урок 2. Ознакомление с радиодеталями.

#### Транзисторы.

Транзистор входит в целую группу деталей, которую называют полупроводниковые приборы. Кроме транзистора, в нее входят диоды, стабилитроны и другие детали. В каждой из них использован полупроводниковый материал, или более простой полупроводник. Что это такое? Все существующие вещества можно условно поделить на три большие группы. Одни из них - медь, железо, алюминий и прочие металлы - хорошо проводят электрический ток. Это проводники. Древесина, фарфор, пластмасса совсем не проводят тока. Они - непроводники, изоляторы (диэлектрики). Полупроводники же занимают промежуточное положение между проводниками и диэлектриками. Такие материалы проводят ток только при определенных условиях.

Из полупроводниковых приборов **транзистор** чаще всего применяется в радиоэлектронике, особенно **биполярный**. Первые такие транзисторы были изготовлены на основе германия. В настоящее время их изготавливают в основном из кремния и арсенида галлия. У биполярного транзистора три вывода: база (б), эмиттер (е) и коллектор (к). Назначение выводов называют **цоколевкой** или в народе - расПИНовкой (от английского PIN - вывод). Цоколевку транзисторов можно найти в специальной справочной литературе. Не исключение - и данная книга.

Транзистор - усилительный прибор. Условно его можно сравнить с таким известным вам устройством, как рупор. Довольно произнести что-нибудь перед узким отверстием рупора, направив широкое отверстие в сторону приятеля, который стоит за несколько десятков метров, и голос, усиленный рупором, будет ему хорошо слышен. Если воспринять узкое отверстие как вход рупора-усилителя, а широкий - как выход, то можно сказать, что исходный сигнал в несколько раз более сильный от входных. Это и есть показатель усилительной способности рупора, его коэффициент усиления. Некоторые разновидности транзисторов представлены на Рис.1.



Рис.1. Внешний вид некоторых транзисторов.

Если пропустить через участок база-эмитер слабый ток, он будет усилен транзистором в десятки и даже в сотни раз. Усиленный ток потечет через участок коллектор-эмиттер. В зависимости от наибольшего тока, что можно пропускать через коллектор, транзисторы разделяются на маломощные, средней и большой мощности. Кроме того, эти полупроводниковые приборы могут быть структуры р-п-р или п-р-п (на английском). Так различаются транзисторы с разным расположением пластин полупроводниковых материалов (если в диоде два слоя материалов, то здесь их три). Тем не менее не думайте, что транзисторы разной структуры имеют и разное усиление. Это совсем не обязательно. Усилительная способность транзистора определяется его так называемым статическим коэффициентом передачи тока. Для некоторых конструкций этот коэффициент важный, и его указывают в описании.

В электронных конструкциях может встретиться еще одна разновидность транзистора - **полевой**. У него чаще всего три вывода (бывает и четыре), но называют их по-другому: затвор (как база), исток (эмиттер), сток (коллектор). Подбирать эти транзисторы по усилительной способности не нужно, а вот проверять исправность особенно не нового транзистора рекомендуется, т.к. "полевики" выходят из

строя при самых непредвиденных обстоятельствах. В частности полевые транзисторы очень чувствительны к статическому электричеству, поэтому их рекомендуется проверять, предварительно организовав заземление. Для снятие статики достаточно коснуться рукой батареи отопления или любых заземленных предметов. При хранении полевых транзисторов, особенно маломощных, их выводы должны быть замкнуты между собой. Полевые транзисторы, благодаря ряду уникальных параметров, в том числе высокому входному сопротивлению, находят широкое применение в блоках питания компьютеров, мониторов, телевизоров и другой радиоэлектронной аппаратуры.

Транзисторы бывают и **однопереходные**. У этой детали две базы и один эмиттер. В отличии от биполярных и полевых транзисторов однопереходные представляет собой прибор с отрицательным сопротивлением. Это означает, что в определённых условиях входное напряжение или сигнал могут уменьшаться даже при возрастании выходного тока через нагрузку. Когда однопереходной транзистор находится во включённом состоянии, выключить его можно только разомкнув цепь, либо сняв входное напряжение.

Среди транзисторов присутствуют фотоэлементы. **Фототранзистор** отличается от классического варианта тем, что область базы доступна для светового облучения, за счёт чего появляется возможность управлять усилением электрического тока с помощью оптического излучения. Применяют два варианта включения фототранзисторов: диодное — с использованием только двух выводов (эмиттера и коллектора) и транзисторное — с использованием трех выводов, когда на вход подают не только световой, но и электрический сигналы.

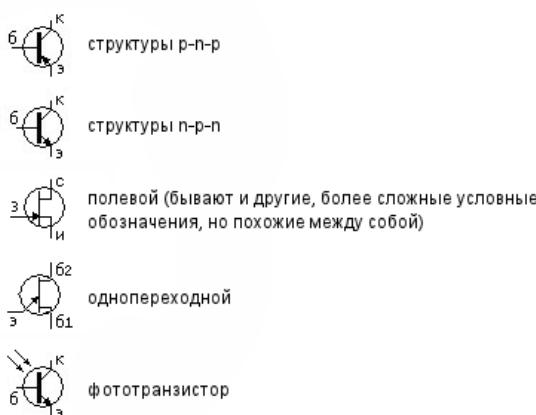


Рис.2. Обозначение транзисторов на принципиальных схемах.

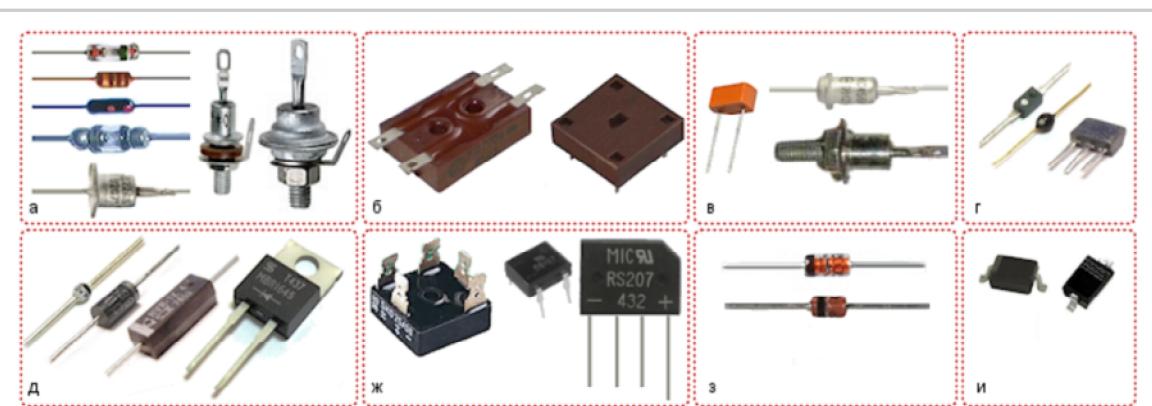
Условные обозначения транзисторов на принципиальной схеме показаны на Рис.2. По диапазону рабочих частот они делятся на низкочастотные, среднечастотные и высокочастотные. По мощности различают транзисторы малой, средней и большой мощности. Чем мощнее транзистор - тем больше его внешний вид. Такие транзисторы имеют отверстия для крепления на радиатор - кусочек алюминия, который рассеивает тепло полупроводника, выделяемое во время его работы.

## Глава 1. Уроки юного конструктора.

### Урок 2. Ознакомление с радиодеталями.

#### Диод и его производные.

Данный элемент пропускает ток только в одном направлении. У диода два вывода: анод и катод. Если подключить к нему батарею полюсами: плюс - к аноду, минус - к катоду, в направлении от анода к катоду потечет ток. Сопротивление диода в этом направлении небольшое. Если же попробовать изменить полюса батареи, то есть включить диод "наоборот", то ток через диод не пойдет. В этом направлении диод имеет большое сопротивление. Таким образом, проводимость диода сильно зависит от полярности приложенного напряжения. А это позволяет производить выпрямление переменного тока, детектировать сигналы и т.п. Кстати, детектирование сигналов в простейшем радиоприемнике и привело к зарождению радиотехники.



Отечественные (вверху) и импортные (внизу):  
а, д - диоды; б, ж - диодные мосты; в, з - стабилитроны; г, и - варикапы;

Рис.1. Внешний вид некоторых импортных и отечественных диодов, диодных мостов, стабилитронов и варикапов.

Разновидностей диодов существует несколько. Самый используемый в любых конструкциях - **полупроводниковый**. Вернее это название классификации, которая включает несколько классов диодов, среди них, в частности, - выпрямительные, импульсные, стабилитроны.

**Выпрямительный** полупроводниковый диод предназначенный для преобразования переменного тока в постоянный. Они используются в схемах управления и коммутации для ограничения паразитных выбросов напряжений, в качестве элементов электрической развязки цепей и т.д.

**Диодный мост** - определенная последовательность соединения четырех выпрямительных диодов, предназначенная для преобразования ("выпрямления") переменного тока в пульсирующий постоянный. Диодный мост может быть выполнен из отдельных диодов, или в виде монолитной диодной сборки (см. Рис.1(б)(ж)). Преимуществом такой сборки является простота монтажа на плате.

**Высокочастотные** диоды являются приборами универсального назначения. Они могут работать в выпрямителях переменного тока широкого диапазона частот (до нескольких сотен мегагерц), а также в модуляторах, детекторах и других нелинейных преобразователях электрических сигналов.

**Импульсные** диоды являются разновидностью высокочастотных диодов и предназначены для использования в качестве ключевых элементов в быстродействующих импульсных схемах. Помимо высокочастотных свойств импульсные диоды обладают минимальной длительностью переходных процессов при включении и выключении. Импульсные диоды предназначены для использования в качестве ключевых элементов в схеме при малых длительностях импульсов и переходных процессов (микросекунды и доли микросекунд).

**Туннельный** диод – это полупроводниковый диод, в котором используется явление туннельного пробоя при включении в прямом направлении. Характерной особенностью туннельного диода является наличие на прямой ветви вольтамперной характеристики участка с отрицательным дифференциальным сопротивлением. Это позволяет использовать его в усилителях, генераторах синусоидальных и релаксационных колебаний, переключающих схемах. Разновидностью туннельных диодов являются обращенные диоды. Обращенным называют полупроводниковый диод на основе полупроводника с критической концентрацией примеси, в котором проводимость при обратном напряжении значительно больше, чем при прямом вследствие туннельного эффекта. Большой обратный ток и нелинейность вблизи нулевой точки позволяют использовать такие туннельные диоды в качестве пассивного элемента радиотехнических устройств, детекторов и смесителей для работы при малом сигнале и как ключевые устройства для импульсных сигналов малой амплитуды.

**Стабилитроны** предназначенные для стабилизации уровня напряжения при изменении величины протекающего через диод тока, они подразделяются на маломощные и средней мощности с допустимой мощностью рассеивания до 0,3 Вт и от 0,3 до 5 Вт соответственно. Эти полупроводниковые приборы имеют два вывода: анод и катод. В прямом направлении (от анода к катоду) стабилитрон работает как диод, свободно пропуская ток. А в обратном направлении он сначала не пропускает ток (как и диод), а при увеличении подаваемого на него напряжения вдруг "пробивается" и начинает пропускать ток. Напряжение "пробоя" называют напряжением стабилизации. Она будет оставаться неизменной даже при значительном увеличении входного напряжения. Благодаря этому свойству стабилитрон применяется во всех случаях, если надо получить стабильное напряжение питания какого-либо устройства при колебаниях, например сетевого напряжения. Этот прибор ранее очень популярен в блоках питания.

**Варикап** - полупроводниковый диод, действие которого основано на использовании зависимости емкости от обратного напряжения, предназначен для применения в качестве элемента с электрически управляемой емкостью. Заметим, что у всех диодов но мере увеличения обратного напряжения емкость перехода уменьшается. Отличительная особенность варикапов состоит в том, что эта зависимость выражена более ярко – емкость может изменяться в 3–5 раз. Основными параметрами варикапов являются величина номинальной емкости и напряжения смещения (постоянное обратное напряжение, при котором емкость перехода равна номинальной емкости). Они используются в приемниках, генераторах и других радиоустройствах в качестве конденсатора переменной емкости.

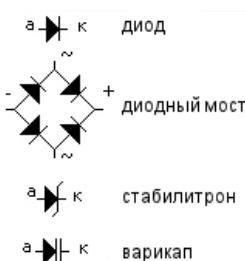


Рис.2. Обозначение диода, диодного моста, стабилитрона и варикапа на принципиальной схеме.

Схемотехническое изображение диода, а также его разновидностей, (см. Рис.2) соответствует мнемоническому правилу, согласно которому стрелку тока на схемах показывают во внешней электрической цепи источника от его "плюса" к его "минусу". Таким образом, треугольник (символ стрелки тока) - это "+", а вертикальная черта - "-". Соответствующие выводы называют анодом и катодом.

В зависимости от использованного полупроводникового материала различают диоды германиевые, кремниевые и арсенид-галиевые. Германиевые диоды применяют в основном для детектирования слабых высокочастотных сигналов, а для выпрямителей используют кремниевые диоды.

## Глава 1. Уроки юного конструктора.

### Урок 2. Ознакомление с радиодеталями.

#### Светоизлучающие элементы.

Одним из популярных представителей данного типа радиодеталей это **светодиод** — полупроводниковый прибор, преобразующий электрический ток непосредственно в световое излучение. По-английски светодиод называется Light Emitting Diode (сокращенно LED). В светодиоде, в отличие от лампы накаливания или люминесцентной лампы, электрический ток преобразуется непосредственно в световое излучение, и теоретически это можно сделать почти без потерь. Кроме этого, он механически прочен и исключительно надежен, его срок службы может достигать 100 тысяч часов, что почти в 100 раз больше, чем у лампочки накаливания, и в 5 — 10 раз больше, чем у люминесцентной лампы. Наконец, светодиод — низковольтный электроприбор, а стало быть, безопасный. Внешний вид некоторых светодиодов показан на Рис.1.



Рис.1. Внешний вид некоторых импортных и отечественных светоизлучающих элементов.

Светодиоды бывают почти всех цветов: красный, оранжевый, желтый, желтый, зеленый, синий и белый. Яркие светодиоды чаще всего выпускают в бесцветном прозрачном корпусе, в таком случае цвет можно узнать только включив его, или поверив продавцу на слово.

Светодиоды используются практически во всех областях светотехники, даже в квартирном освещении. Сегодня продаются сетодиодные лампочки, расчетанные на 220В. Выглядят они так же, как обычная лампа накаливания, но есть и другие модели (см. Рис.1 (ж)).

Существуют и **двухцветные** светодиоды. Как правило это красный и зеленый объединенные в один корпус с тремя ножками. Путём изменения яркости или количества импульсов на каждом из кристаллов можно добиваться разных цветов свечения.

Излучающий диод **ИК-диапазона** - полупроводниковый диод, в котором осуществляется непосредственное преобразование электрической энергии в энергию инфракрасного (ИК) излучения. Эта деталь выглядит как обычный прозрачный светодиод. Замечу, что человеческий глаз не видит ИК-излучение. При этом мы ощущаем ИК-излучение каждый день. Тепло солнечных лучей, костер или радиатор отопления все это ИК-излучение.

Гибкая **светодиодная лента** - это осветительный модуль, который состоит из гибкой основы, нанесенных на нее токопроводящих дорожек, резисторов и светодиодов, а так же управляющих элементов. Зачастую, ширина ленты не превышает 2 см, толщина около 2мм. Напряжение питания ленты 5В, 12В и 24В. LED лента отлично подходит для декоративной подсветки, поскольку имеет самоклеющуюся основу, высокий уровень яркости и большой угол свечения.

**Светодиодные лампы** - это современная альтернатива традиционной лампе накаливания. Светодиодные энергосберегающие лампы предназначены для использования как на улице так и внутри помещения, сочетают в себе традиционное исполнение (цоколь Е-27, Е-14, MR-16, GU-10) и высокую надежность, отсутствие ультрафиолетового и инфракрасного излучения вредного для здоровья, высокую насыщенность и чистоту цвета.

Полупроводниковый **знаковый индикатор** - полупроводниковый прибор, состоящий из нескольких светоизлучающих диодов, предназначенный для использования в устройствах визуального представления информации в качестве индикатора знаков.

**Оптопара** или **оптрон** - оптоэлектронный полупроводниковый прибор, состоящий из излучающего и фотоприемного элементов, между которыми имеется оптическая связь, обеспечивающая электрическую изоляцию между входом и выходом. В зарубежной документации оптопары, особенно мощные, известны под названием **твердотельное реле**. Они, в отличие от обычных реле, могут беззвучно коммутировать достаточно большую нагрузку без особого выделения тепла.

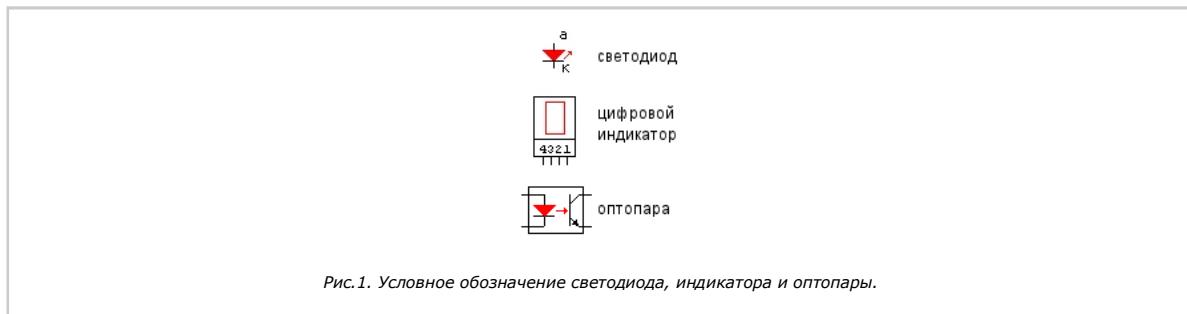


Рис.1. Условное обозначение светодиода, индикатора и оптопары.

Обозначение на принципиальной схеме светодиода, индикатора и оптопары представлено на Рис.2.

© 2011 Школа начинающего радиолюбителя с учетом современной электроники (2-е издание)  
Разработчик программного и веб-интерфейса - Владимир Дригалкин aka LENIN INC.  
Все права защищены.

# Глава 1. Уроки юного конструктора.

## Урок 2. Ознакомление с радиодеталями.

### Тиристоры.

**Тиристоры** - это класс полупроводниковых приборов, используемых для выпрямления и электронного переключения. Основное применение тиристоров - управление мощной нагрузкой с помощью слабых сигналов. Существуют различные виды тиристоров, которые подразделяются, главным образом, по способу управления и по проводимости. Различие по проводимости означает, что бывают тиристоры, проводящие ток в одном направлении (например, тринистор) и в двух направлениях (например, симисторы и динисторы).



Рис.1. Внешний вид некоторых импортных и отечественных тиристоров и их обозначение на принципиальной схеме.

Основными параметрами тиристоров являются: напряжение и ток включения, удерживающий ток и напряжение в открытом состоянии, отпирающий ток управляющего электрода и максимальное обратное напряжение. Возьмем, к примеру, **тринистор**. При подаче напряжения на управляющий электрод эта деталь открывается, то есть работает как ключ. Напряжение управляющего электрода подается, как правило, относительно катода и может быть как положительным, так и отрицательным (зависит от типа тринистора).

Основной параметр **динистора** - напряжение включения. При достижении некоторого значения прямого напряжения динистор открывается и начинает пропускать ток. Напряжение открывания динистора зависит от типа и может быть от 5 до 150 вольт.

Как динистор, так и тринистор после включения остаются включенными до снятия напряжения приложенного к аноду и катоду даже при отсутствии напряжения на управляющем электроде (у тринистора).

В отличии от перечисленных выше приборов, **симистор** работает при любой полярности приложенного напряжения. Для управления нагрузкой основные электроды симистора включаются в цепь последовательно с нагрузкой. В закрытом состоянии проводимость симистора отсутствует, нагрузка выключена. При подаче на управляющий электрод отпирающего сигнала между основными электродами симистора возникает проводимость, нагрузка оказывается включённой. Характерно, что симистор в открытом состоянии проводит ток в обоих направлениях. Другой особенностью симистора, как и других тиристоров, является то, что для его удержания в открытом состоянии нет необходимости постоянно подавать сигнал на управляющий электрод. Симистор остаётся открытым, пока протекающий через основные выводы ток превышает некоторую величину, называемую током удержания.

Некоторые из перечисленных деталей могут выпускаться как в металлическом, так и в пластмассовом корпусе.

© 2011 Школа начинающего радиолюбителя с учетом современной электроники (2-е издание)  
Разработчик программного и веб-интерфейса - Владимир Дригалкин aka LENIN INC.  
Все права защищены.

# Глава 1. Уроки юного конструктора.

## Урок 2. Ознакомление с радиодеталями.

### Микросхемы широкого и специального применения.

Микросхема (ИС - Интегральная Схема, ИМС - Интегральная Микро Схема, чип или микрочип от английского Chip, Microchip) представляет собой целое устройство, содержащее в себе транзисторы, диоды, резисторы и другие, активные и пассивные элементы, общее число которых может достигать нескольких десятков, сотен, тысяч, десятков тысяч и более. Разновидностей микросхем достаточно много. Наиболее применяемые среди них - логические, операционные усилители, специализированные.

Большая часть микросхем помещена в пластмассовый корпус прямоугольной формы с гибкими пластинчатыми выводами (см. Рис.1), расположенными вдоль обеих сторон корпуса. Сверху на корпусе есть условный ключ — круглая или иной формы метка, от которой ведется нумерация выводов. Если на микросхему смотреть сверху, то отсчитывать выводы нужно против движения часовой стрелки, а если снизу — то в направлении движения часовой стрелки. Микросхемы могут иметь любое количество выводов.



Рис.1. Внешний вид некоторых микросхем, включая специализированных, и их обозначения на принципиальной схеме.

В отечественной электронике (впрочем, в зарубежной тоже) особой популярностью среди микросхем пользуются **логические**, построенные на основе биполярных транзисторов и резисторов. Их еще называют ТТЛ-микросхемами (**ТТЛ** - Транзисторно-Транзисторная Логика). Название транзисторно-транзисторный возникло из-за того, что транзисторы используются как для выполнения логических функций, так и для усиления выходного сигнала. Весь их принцип работы построен на двух условных

уровнях: низком или высоком или, что эквивалентно, состоянию логического 0 или логической 1. Так, для микросхем серии K155 за низкий уровень, соответствующий логическому 0, приняты напряжения от 0 до 0,4. В, то есть не более 0,4 В, а за высокий, соответствующий логической 1, - не менее 2,4 В и не более напряжения источника питания - 5 В, а для микросхем серии K176, рассчитанных на питание от источника, напряжением 9 В, соответственно 0,02...0,05 и 8,6...8,8 В. На первый взгляд это сложно понять, но на самом деле не так и трудно... Условные графические обозначения основных элементов микросхем показаны на рисунке 2, логические элементы И, ИЛИ, НЕ и И-НЕ. Там же приведены таблицы истинности, дающие представление о логике действия этих элементов.

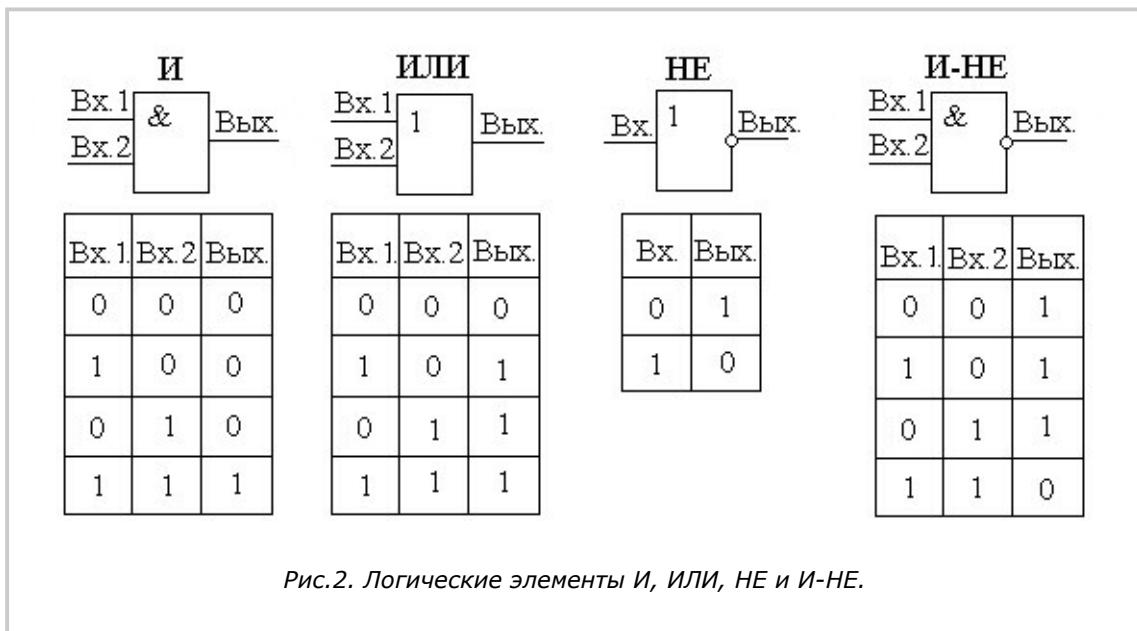


Рис.2. Логические элементы И, ИЛИ, НЕ и И-НЕ.

Символом логического элемента И служит знак "&" (союз "и" в английском языке), стоящий внутри прямоугольника (см. Рис.2). Слева — два (или больше) входных вывода, справа — один выходной вывод. Логика действия этого элемента такова: напряжение высокого уровня на выходе появится лишь тогда, когда сигналы такого же уровня будут на всех его входах. Такой же вывод можно сделать, глядя на таблицу истинности, характеризующую электрическое состояние элемента И и логическую связь между его выходным и входными сигналами. Так, например, чтобы на выходе (Вых.) элемента было напряжение высокого уровня, что соответствует единичному (1) состоянию элемента, на обоих входах (Вх. 1 и Вх. 2) должны быть напряжения такого же уровня. Во всех других случаях элемент будет в нулевом (0) состоянии, то есть на его выходе будет действовать напряжение низкого уровня.

Условный символ логического элемента ИЛИ — цифра 1 в прямоугольнике. У него, как и у элемента И, может быть два и больше входов. Сигнал на выходе, соответствующий высокому уровню (логической 1), появляется при подаче сигнала такого же уровня на вход 1 или на вход 2 или одновременно на все входы. Проверьте эти логические взаимосвязи выходного и входного сигналов этого элемента по его таблице истинности.

Условный символ элемента НЕ — тоже цифра 1 внутри прямоугольника. Но у него один вход и один выход. Небольшой кружок, которым начинается линия связи выходного сигнала, символизирует логическое отрицание "НЕ" на выходе элемента. На языке цифровой техники "НЕ" означает, что элемент НЕ является инвертором, то есть электронным "кирпичиком", выходной сигнал которого по уровню противоположен входному. Другими словами: пока на его входе присутствует сигнал низкого уровня, на выходе будет сигнал высокого уровня, и наоборот. Об этом говорят и логические уровни в таблице истинности работы этого элемента.

Логический элемент И-НЕ является комбинацией элементов И и НЕ, поэтому на его условном графическом обозначении есть знак "&" и небольшой кружок на линии выходного сигнала, символизирующий логическое отрицание. Выход один, а входов два и больше. Логика работы элемента такова: сигнал высокого уровня на выходе появляется лишь тогда, когда на всех входах будут сигналы низкого уровня. Если хотя бы на одном из входов будет сигнал низкого уровня, на выходе элемента И-НЕ будет сигнал высокого уровня, то есть он будет в единичном состоянии, а если на всех входах будет сигнал высокого уровня — в нулевом состоянии. Элемент И-НЕ может выполнять функцию элемента НЕ, то есть стать инвертором. Для этого надо лишь соединить вместе все его входы. Тогда при подаче на такой объединенный вход сигнала низкого уровня на выходе элемента будет сигнал высокого уровня, и наоборот. Это свойство элемента И-НЕ очень широко используется в цифровой технике.

Маркировка зарубежных ТТЛ-микросхем начинается с цифр 74, например 7400.

ТТЛ-микросхемы обеспечивают построение самых различных цифровых устройств, работающих на частотах до 80 МГц, однако их существенный недостаток - большая потребляемая мощность. В ряде случаев, когда не нужно высокое быстродействие, а необходима минимальная потребляемая мощность, применяют КМОП-микросхемы, которые используются полевые транзисторы, а не биполярные. Сокращение **КМОП** (CMOS - Complementary Metal-Oxide Semiconductor) расшифровывается как Комплементарный Металло-Оксидный Полупроводник. Основная особенность микросхем КМОП - ничтожное потребление тока в статическом режиме - 0,1...100 мкА. При работе на максимальной рабочей частоте потребляемая мощность увеличивается и приближается к потребляемой мощности наименее мощных микросхем ТТЛ. К КМОП-микросхемам относятся такие известные серии, как K176, K561, KP1561 и 564.

В классе аналоговых микросхем выделяют микросхемы с линейными характеристиками - линейные микросхемы, к которым относятся **ОУ** - Операционные Усилители. Наименование "операционный усилитель" обусловлено тем, что, прежде всего такие усилители получили применение для выполнения операций суммирования сигналов, их дифференцирования, интегрирования, инвертирования и т.д. Аналоговые микросхемы выпускают, как правило, функционально незавершенными, что открывает широкий простор для радиолюбительского творчества.

**Микроконтроллеры** - разновидность микропроцессорных систем (микро ЭВМ), специализированная на реализацию алгоритмов управления техническими устройствами и технологическими процессами. В отличие от микропроцессора МК представляет собой функционально законченное устройство, готовое к выполнению "зашитых" в него программ, и не требует внешних устройств (разумеется, при этом он может управлять различными внешними объектами).

При производстве радиоэлектронной продукции использование многофункциональных **специализированных** микросхем, требующих минимального количества внешних компонентов, позволяет значительно сократить время разработки конечного устройства и производственные затраты. К этой категории микросхем относятся чипы, которые предназначены для чего-то определенного. Например, существуют микросхемы усилителей мощности, стереоприемников, различных декодеров. Все они могут иметь совершенно разный вид. Если одна из таких микросхем имеет металлическую часть с отверстием, это означает, что ее нужно привинчивать к радиатору (алюминиевой пластине). Делается это для того, чтобы микросхема могла рассеивать свое тепло. Со специализированными микросхемами иметь дело куда приятнее, чем с кучей транзисторов и резисторов. Если раньше для сборки приемника надо было множество деталей, то теперь можно обойтись одной микросхемой.

© 2011 Школа начинающего радиолюбителя с учетом современной электроники (2-е издание)  
Разработчик программного и веб-интерфейса - Владимир Дригалкин aka LENIN INC.  
Все права защищены.

## Глава 1. Уроки юного конструктора.

### Урок 2. Ознакомление с радиодеталями.

#### Прочие радиодетали и их условные обозначения.

Принципиальные схемы во многом напоминают географические карты. Но если в картах линии используются для соединения городов и сел, то на принципиальных схемах они обозначают проводники между резисторами, конденсаторами и транзисторами, составляющими схему. На Рис.1 показаны некоторые элементы и их обозначения на принципиальной схеме.

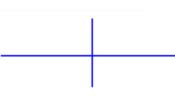
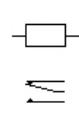
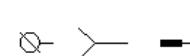
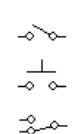
проводники не соединены между собой	источник питания (DC)
 	 
соединение двух проводников 	реле  
общий провод такое обозначение на принципиальной схеме означает, что эти контакты нужно объединить: соединить вместе	пьезоизлучатели  
экранированный провод горячий (основной) общий (оплетка)	динамики  
различные контакты 	предохранитель  
трансформаторы 	переключатели, кнопки и т.п.  
дроссели, катушки 	кварцевые резонаторы  

Рис.1. Внешний вид некоторых радиодеталей, элементов, и их обозначения на принципиальной схеме.

В целом, можно выделить основные правила, которым следует большинство схем, но язык схем далек от универсальности. Схемы довольно сильно отличаются в зависимости от времени или страны создания и даже привычек разработчика! На Рис.2 представлены графические отличия некоторых радиодеталей на принципиальных схемах.



Рис.2. Разное графическое обозначение радиодеталей на принципиальной схеме.

Приобрести радиодетали сейчас намного сложнее, чем в старое добре советское время. Не знаю, как в других городах СНГ, но у нас, в Киеве, единственная возможность купить радиодетали - это радиорынок на Караваевых дачах. Впрочем, в Киеве существуют и интернет магазины, но, по-моему мнению, они имеют самое тесное отношение к столичному радиорынку.

© 2011 Школа начинающего радиолюбителя с учетом современной электроники (2-е издание)  
Разработчик программного и веб-интерфейса - Владимир Дригалкин aka LENIN INC.  
Все права защищены.

## Глава 1. Уроки юного конструктора.

### Урок 2. Ознакомление с радиодеталями.

#### Радиолампы. Дань прошлому?

Наиболее существенные успехи при зарождении радиоэлектроники в 1920-1930 годы прошлого века связаны с ламповой техникой. Сами же радиолампы (точнее, электронные лампы) ведут свою историю от еще более ранних открытий Томаса Эдисона, Джозефа Томсона и Джона Флеминга, приведших к созданию электровакуумного диода с катодом в виде нити накаливания и изобретения американским инженером и ученым Ли де Форестом трехэлектродной лампы (триода) в 1907 году. Именно введение управляющего электрода в виде сетки, размещаемой между катодом и анодом, позволило создавать радиоэлектронные устройства с самыми разнообразными характеристиками и назначением.

В зависимости от функционального назначения различают электронно-управляемые лампы: выпрямительные, усиливательные, генераторные и модуляторные; по диапазону частот - низкочастотные, высокочастотные и сверхвысокочастотные; по мощности - маломощные, мощные и сверхмощные.

Независимо от назначения любая радиолампа состоит из баллона (колбы), системы электродов и системы вводов. Баллон может быть стеклянным, керамическим и металлокерамическим (см. Рис.1).



Рис.1. Внешний вид некоторых радиоламп и их обозначения на принципиальной схеме.

Электронные лампы, имеющие два электрода — катод и анод, называются диодами. Диоды для выпрямления переменного тока в источниках питания называются кенотронами. Лампы, имеющие помимо катода и анода электроды в виде сеток, с общим числом электродов от трех до восьми, — это соответственно триод, тетрод, пентод, гексод, гептод и октод. При этом лампы с двумя и более сетками называются многоэлектродными. Если лампа содержит несколько систем электродов с независимыми потоками электронов, то ее называют комбинированной (двойной диод, двойной триод, триод — пентод, двойной диод — пентод и др.).

К лампам относятся и электронно-лучевые приборы — кинескопы, которые не так давно ушли в прошлое, как и радиолампы, которые покинули нас еще раньше. Несмотря на это многие ценители качественного звука предпочитают **ламповые усилители**. Считается, что ламповые усилители обладают наименьшим коэффициентом гармонических искажений по сравнению с транзисторными. Что же такое **коэффициент гармоник**? Любое электронное устройство при усиливании сигнала вносит в него небольшие искажения. На слух небольшие искажения могут восприниматься как потеря кристальности и прозрачности звука, большие — как искажение тембра и появление хрипов и шипений. Коэффициент гармоник является основным показателем для оценки нелинейных искажений. Он измеряется как отношение суммы гармоник (появившихся дополнительных сигналов в результате искажений) к величине основного сигнала на выходе при подаче на вход усилителя сигнала определенной частоты (обычно 1 кГц), измеряется в процентах. Усилители высшего класса имеют коэффициент гармоник в тысячные доли процента, хорошие усилители — в сотые доли. Нужно отметить, что ламповые усилители могут иметь коэффициент гармоник в несколько раз больше, чем транзисторные, но звучать при этом очень хорошо. Это связано с их особенностью: ламповые усилители дают особый теплый ламповый звук и искажения, которые они привносят, воспринимаются более терпимо. С уже доказанной научной точки зрения искажения в ламповых усилителях маскируются некоторыми первыми гармониками почти всех гармоник с большей частотой. Основными недостатками ламповых усилителей есть большое электропотребление, размеры, ну, и конечно же

цена, которую ведущие производители в области звука устанавливают (по-моему мнение - абсолютно необъективно) на свои звуковые устройства. А если учесть тот факт, что слух каждого человека имеет свои особенности, например, некоторые люди слышат меньший диапазон частот, что другие, то эффективность лампового усилителя оказывается под большим вопросом.

© 2011 Школа начинающего радиолюбителя с учетом современной электроники (2-е издание)  
Парашотчик программного и веб-интерфейса - Владимир Дригалкин aka LENIN INC.  
Все права защищены.

## Глава 2. Инструмент и устройства.

### Рабочее место радиолюбителя.

Еще до ознакомления со строением конструкций и приобретения деталей надо запастись инструментом. Отвертка, кусачки, плоскогубцы, круглогубцы, пинцет, складной перочинный ножик или нож для бумаги - вот что понадобится нам на первое время. И конечно, паяльник. Лучше, если у вас их будет два. Один мощностью 40 Вт, а другой для более мелких деталей, например, микросхем, мощностью (25 Вт). Но на первое время вам подойдет любой мощностью до 40 Вт. Не забудь про канифоль и припой (см. Рис.1). Они понадобятся вам для паяния деталей, с чем мы познакомимся позднее.

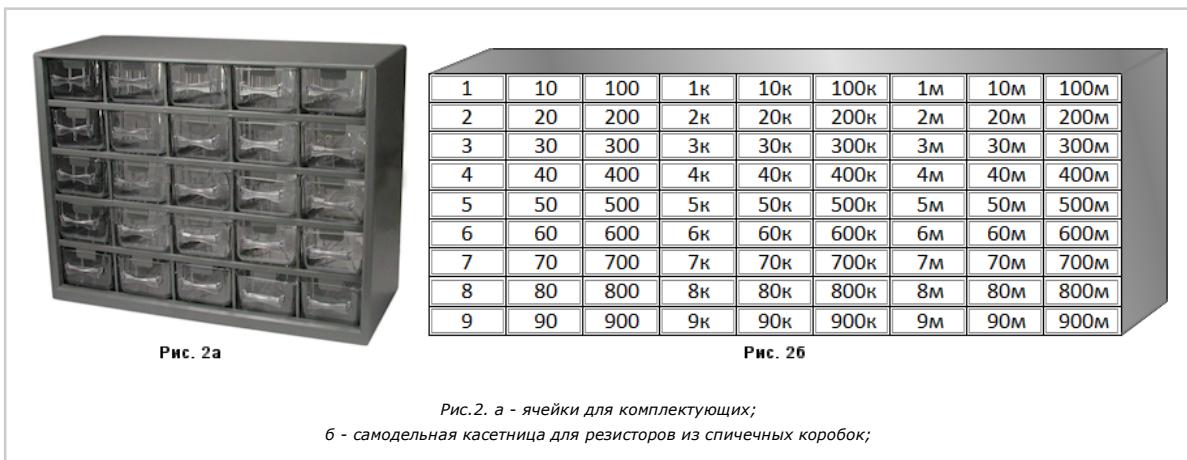


Рис.1. Паяльник, канифоль и припой.

А теперь мы займемся устройством рабочего места. В первую очередь понадобится подставка для паяльника. Впрочем, вы можете изготовить ее и сами из толстой проволоки или купить готовую.

В качестве коробок для хранения деталей можно воспользоваться готовыми решениями, например, так называемыми ячейками для комплектующих (см. Рис.2а). Но, если немного потрудится, то можно сделать нечто подобное самому из спичечных коробок.

Для такой коробки, назовем ее касетницей, нам понадобится 81 спичечная коробочка, которые нужно соединить (связать скотчем или склеить) так, как показано на Рис.2б. На передней стенке каждого ящичка (спичечной коробки) сделайте надписи, как на рисунке. Коробка со знаком "1" говорит о том, что там находятся резисторы сопротивление близким к одному ому, например, 1.2 Ом, 1.8 Ом и т.п. Соответственно коробка со знаком "10" и "100" содержит резисторы близкие к десяти и ста омам соответственно. Так же обстоят дела и с другими секциями (коробками), только коробочки с символом "к" говорят о наличии резисторов на килоомы, а с символом "м" - на мегаомы. В принципе можно создать касетницу только для омов и килоомов, т.к. более большое сопротивление используется не часто и, уверен, таких резисторов у вас будет немного.



Нечто подобное можно сделать и для постоянных конденсаторов, а так же других мелких радиодеталей. Возможный вариант хранения различных радиодеталей представлен на Рис.3. Это пластмассовые секционные коробки со старых добрых советских времен.



Рис.3. Секционные коробки для радиодеталей.

В качестве коробки для проводов можно использовать любой небольшой ящичек из металла или фанеры. В коробке будут сохраняться монтажные провода разного цвета и диаметра.

Не лишним будет сразу запастись устройством для сверления печатных плат. Хотя в начале учебы это вам не понадобится, но обязательно станет необходим инструментом, когда вы познаете все тонкости электроники. Речь идет о сверлильном станке, точнее мини-станке (см. Рис.4а). Такие устройства стоят не дешево, поэтому радиолюбителя чаще используют малогабаритный электромотор с цанговым зажимом (см. Рис.4в). Такое устройство придется держать в руках, что не очень удобно, и часто приводит к поломке маленьких сверл.

Рис. 4а



Рис. 4б



Рис. 4в



Рис.4. а - мини-станок для сверления печатных плат;  
б - твердосплавное сверло;  
в - электромотор с цанговым зажимом;

Сверла рекомендую твердосплавные (см. Рис.4б): у них хвостовик одинакового диаметра около 2 мм, а режущая часть разной толщины: 0,5 мм, 0,8 мм, 1 мм и т.д. Обычные сверла, к сожалению, очень быстро изнашиваются. Отверстия малого диаметра в тонких платах можно сверлить иглой для швейных машин. При этом у иглы отламывают ушко и затачивают режущие кромки, как у обычного сверла. Работать таким "сверлом" очень неудобно, можно повредить дорожки платы. Не забывайте заранее накернивать места сверления: делать небольшие углубления, в которые позже будет проходить сверло.

## Глава 2. Инструмент и устройства.

Измерительный прибор.

Проверка деталей стрелочным омметром.

Без измерительного прибора вам не обойтись, так как придется проверять сопротивление резисторов, напряжения и тока в разных цепях конструкций. Измерительный прибор, в народе - омметр, авометр (ампер-вольт-омметр), тестер или мультиметр (от английского multimeter - измерительный прибор, объединяющий в себе несколько функций) – должен иметь каждый радиолюбитель. Сейчас большой популярностью пользуются цифровые приборы. Они многофункциональные и сравнительно не дорогие. Ранее в качестве измерительного прибора радиолюбители широко пользовались аналоговыми тестерами со стрелочным индикатором (см. Рис.1).

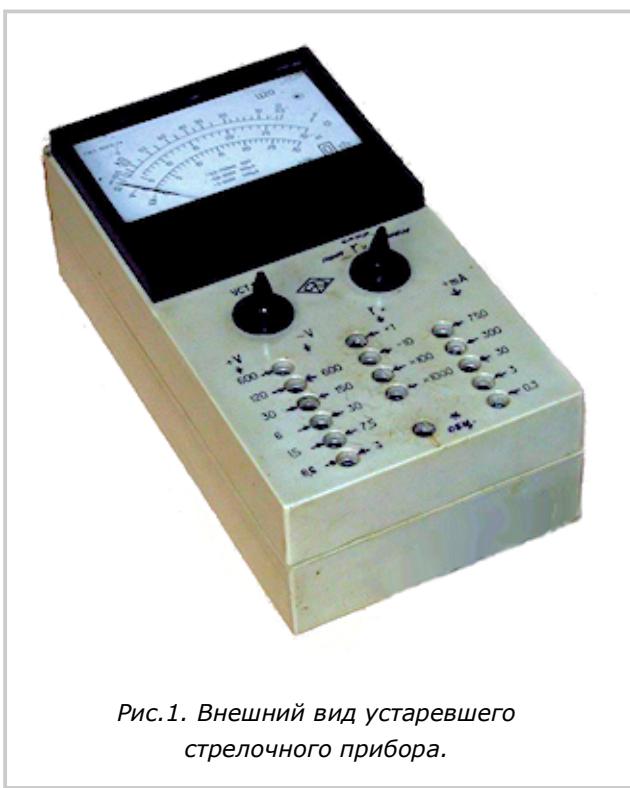


Рис.1. Внешний вид устаревшего стрелочного прибора.

Наверное, люди, которые пользуются цифровыми измерительными приборами, с иронией посмотрят на этот материал книги. Однако, многие рекомендации рассказанные здесь для стрелочного прибора, могут быть применимы и для цифрового тестера, т.к. в его состав также входит омметр – прибор для измерения сопротивления.

Не все начинающие радиолюбители знают, что омметром можно проверять почти все радиоэлементы: резисторы, конденсаторы, катушки индуктивности, трансформаторы, диоды, тиристоры, транзисторы, некоторые микросхемы. В авометре омметр образован

внутренним источником тока (сухим элементом или батареей), стрелочным прибором и набором резисторов, которые переключаются при изменении пределов измерения. Сопротивления резисторов подобраны таким образом, чтобы при коротком замыкании клемм омметра стрелка прибора отклонилась вправо до последнего деления шкалы. Это деление соответствует нулевому значению измеряемого сопротивления. Когда же клеммы омметра разомкнуты, стрелка прибора стоит напротив левого крайнего деления шкалы, которое обозначено значком бесконечно большого сопротивления. Если к клеммам омметра подключено какое-то сопротивление, стрелка

показывает промежуточное значение между нулем и бесконечностью, и отсчет производится по оцифровке шкалы. В связи с тем что шкалы омметров выполняются в логарифмическом масштабе, края шкалы получаются сжатыми. Поэтому наибольшая точность измерения соответствует положению стрелки в средней, растянутой части шкалы. Таким образом, если стрелка прибора оказывается у края шкалы, в сжатой ее части, для повышения точности отсчета следует переключить омметр на другой предел измерения.

Омметр производит измерение сопротивления, подключенного к его клеммам, путем измерения постоянного тока, протекающего в измерительной цепи. Поэтому к измеряемому сопротивлению прикладывается постоянное напряжение от встроенного в омметр источника. В связи с тем что некоторые радиоэлементы обладают разными сопротивлениями постоянному току в зависимости от полярности приложенного напряжения, для грамотного использования омметра необходимо знать, какая из клемм омметра соединена с плюсом источника тока, а какая - с минусом. В паспорте авометра эти сведения обычно не указаны, и их нужно определить самостоятельно. Это можно сделать либо по схеме авометра, либо экспериментально с помощью какого-либо дополнительного вольтметра или исправного диода любого типа. Щупы омметра подключают к вольтметру так, чтобы стрелка вольтметра отклонялась вправо от нуля. Тогда тот щуп, который подключен к плюсу вольтметра, будет также плюсовым, а второй - минусовым. При использовании в этих целях диода два раза измеряют его сопротивление; сначала произвольно подключая к диоду щупы, а второй раз - наоборот. За основу берется то измерение, при котором показания омметра получаются меньшими. При этом щуп, подключенный к аноду диода, будет плюсовым, а щуп, подключенный к катоду диода, - минусовым.

При проверке исправности того или иного радиоэлемента возможны две различные ситуации: либо проверке подлежит изолированный, отдельный элемент, либо элемент, впаянный в какое-то устройство. Нужно учесть, что, за редкими исключениями, проверка элемента, впаянного в схему, не получится полноценной, при такой проверке возможны грубые ошибки. Они связаны с тем, что параллельно контролируемому элементу в схеме могут оказаться подключены другие элементы, и омметр будет измерять не сопротивление проверяемого элемента, а сопротивление параллельного соединения его с другими элементами. Оценить возможность достоверной оценки исправности контролируемого элемента схемы можно путем изучения этой схемы, проверяя, какие другие элементы к нему подключены и как они могут повлиять на результат измерения. Если такую оценку произвести затруднительно или невозможно, следует отпаять от остальной схемы хотя бы один из двух выводов контролируемого элемента и только после этого производить его проверку. При этом также не следует забывать и о том, что тело человека также обладает некоторым сопротивлением, зависящим от влажности кожной поверхности и от других факторов. Поэтому при пользовании омметром во избежание появления ошибки измерения нельзя касаться пальцами обоих выводов проверяемого элемента.

## -□- Проверка резисторов.

Проверка постоянных резисторов производится омметром путем измерения их сопротивления и сравнения с номинальным значением, которое указано на самом резисторе и на принципиальной схеме аппарата. При измерении сопротивления резистора полярность подключения к нему омметра не имеет значения. Необходимо помнить, что действительное сопротивление ре-зистора может отличаться по сравнению с номинальным на величину допуска. Поэтому, например, если проверяется резистор с номинальным сопротивлением 100 кОм и допуском  $\pm 10\%$ , действительное сопротивление такого резистора может лежать в пределах от 90 до 110 кОм. Кроме того, сам омметр обладает определенной погрешностью измерения (обычно порядка 10%). Таким образом, при отклонении фактически измеренного сопротивления на 20% от номинального значения резистор следует считать исправным. При проверке переменных резисторов измеряется сопротивление между крайними выводами, которое должно соответствовать номинальному значению с учетом допуска и погрешности измерения, а также необходимо измерять сопротивление между каждым из крайних выводов и средним выводом. Эти сопротивления при вращении оси из одного крайнего положения в другое должны плавно, без скачков изменяться от нуля до номинального значения. При проверке переменного резистора, впаянного в схему, два из его трех выводов необходимо выпаивать. Если переменный резистор имеет дополнительные отводы, допустимо, чтобы только один вывод оставался припаянным к остальной части схемы.

## -†- Проверка конденсаторов.

В принципе конденсаторы могут иметь следующие дефекты: обрыв, пробой и повышенная утечка. Пробой конденсатора характеризуется наличием между его выводами короткого замыкания, то есть нулевого сопротивления. Поэтому пробитый конденсатор любого типа легко обнаруживается омметром путем проверки сопротивления между его выводами. Конденсатор не пропускает постоянного тока, его сопротивление постоянному току, которое измеряется омметром, должно быть бесконечно велико. Однако это оказывается справедливо лишь для идеального конденсатора. В действительности между обкладками конденсатора всегда имеется какой-то диэлектрик, обладающий конечным значением сопротивления, которое называется сопротивлением утечки. Его-то и измеряют омметром. В зависимости от используемого в конденсаторе диэлектрика устанавливаются критерии исправности по величине сопротивления утечки. Слюдяные, керамические, пленочные, бумажные, стеклянные и воздушные конденсаторы имеют очень большое сопротивление утечки, и при их проверке омметр должен показывать бесконечно большое сопротивление. Однако имеется большая группа конденсаторов, сопротивление утечки которых сравнительно невелико. К ней относятся все полярные конденсаторы, которые рассчитаны на определенную полярность

приложенного к ним напряжения, и эта полярность указывается на их корпусах. При измерении сопротивления утечки этой группы конденсаторов необходимо соблюдать полярность подключения омметра (плюсовый вывод омметра должен присоединяться к плюсовому выводу конденсатора), в противном случае результат измерения будет неверным. К этой группе конденсаторов в первую очередь относятся все электролитические конденсаторы и оксидно-полупроводниковые. Сопротивление утечки исправных конденсаторов этой группы должно быть не менее 100 кОм, остальных не менее 1 МОм. При проверке конденсаторов большой емкости нужно учесть, что при подключении омметра к конденсатору, если он не был заряжен, начинается его зарядка, и стрелка омметра делает бросок в сторону нулевого значения шкалы. По мере зарядки стрелка движется в сторону увеличения сопротивлений. Чем больше емкость конденсатора, тем медленнее движется стрелка. Отсчет сопротивления утечки следует производить только после того, как она практически остановится. При проверке конденсаторов емкостью порядка 1000 мкФ на это может потребоваться несколько минут. Внутренний обрыв или частичная потеря емкости конденсатором не могут быть обнаружены омметром, для этого необходим прибор, позволяющий измерять емкость конденсатора. Однако обрыв конденсатора емкостью более 0,2 мкФ может быть обнаружен омметром по отсутствию начального скачка стрелки во время зарядки. Следует заметить, что повторная проверка конденсатора на обрыв по отсутствию начального скачка стрелки может производиться только после снятия заряда, для чего выводы конденсатора нужно замкнуть на короткое время. Конденсаторы переменной емкости проверяются омметром на отсутствие замыканий. Для этого омметр подключается к каждой секции агрегата и медленно поворачивается ось из одного крайнего положения в другое. Омметр должен показывать бесконечно большое сопротивление в любом положении оси.

### -\*\*\*- Проверка катушек индуктивности.

При проверке катушек индуктивности омметром контролируется только отсутствие в них обрыва. Сопротивление однослоиных катушек должно быть равно нулю, сопротивление многослойных катушек близко к нулю. Иногда в паспортных данных аппарата указывается сопротивление многослойных катушек постоянному току и на его величину можно ориентироваться при их проверке. При обрыве катушки омметр показывает бесконечно большое сопротивление. Если катушка имеет отвод, нужно проверить обе секции катушки, подключая омметр сначала к одному из крайних выводов катушки и к ее отводу, а затем - ко второму крайнему выводу и отводу.

### 3||| Проверка низкочастотных дросселей и трансформаторов.

Как правило, в паспортных данных аппаратуры или в инструкциях по ее ремонту указываются значения сопротивлений обмоток постоянному току, которые можно использовать при проверке трансформаторов и дросселей. Обрыв обмотки фиксируется по бесконечно большому сопротивлению между

ее выводами. Если же сопротивление значительно меньше номинального, это может указывать на наличие короткозамкнутых витков. Однако чаще всего короткозамкнутые витки возникают в небольшом количестве, когда происходит замыкание между соседними витками, и сопротивление обмотки изменяется незначительно. Для проверки отсутствия короткозамкнутых витков можно поступить следующим образом. У трансформатора выбирается обмотка с наибольшим количеством витков, к одному из выводов которой подключается омметр с помощью зажима "крокодил". Ко второму выводу этой обмотки прикасаются слегка влажным пальцем левой руки. Держа металлический наконечник второго щупа омметра правой рукой, подключают его ко второму выводу обмотки, не отрывая от него пальца левой руки. Стрелка омметра отклоняется от своего начального положения, показывая сопротивление обмотки. Когда стрелка остановится, отводят правую руку с щупом от второго вывода обмотки. В момент разрыва цепи при исправном трансформаторе чувствуется легкий удар электрическим током, возникающей при разрыве цепи. В связи с тем что энергия разряда мизерна, никакой опасности такая проверка не представляет. Омметр при этом нужно использовать на самом меньшем пределе измерения, который соответствует наибольшему току измерения.

## ► Проверка диодов.

Полупроводниковые диоды характеризуются резко нелинейной вольтамперной характеристикой. Поэтому их прямой и обратный токи при одинаковом приложенном напряжении различны. На этом основана проверка диодов омметром. Прямое сопротивление измеряется при подключении плюсового вывода омметра к аноду, а минусового вывода - к катоду диода. У пробитого диода прямое и обратное сопротивления равны нулю. Если диод оборван, оба сопротивления бесконечно велики. Указать заранее значения прямого и обратного сопротивлений или их соотношение нельзя, так как они зависят от приложенного напряжения, а это напряжение у разных авометров и на разных пределах измерения различно. Тем не менее у исправного диода обратное сопротивление должно быть больше прямого. Отношение обратного сопротивления к прямому у диодов, рассчитанных на низкие обратные напряжения, велико (может быть более 100). У диодов, рассчитанных на большие обратные напряжения, это отношение оказывается незначительным, так как обратное напряжение, приложенное к диоду омметром, мало по сравнению с тем обратным напряжением, на которое диод рассчитан. Методика проверки стабилитронов и варикапов не отличается от изложенной. Как известно, если к диоду приложено напряжение, равное нулю, ток диода также будет равен нулю. Для получения прямого тока необходимо приложить к диоду какое-то пороговое небольшое напряжение. Любой омметр обеспечивает приложение такого напряжения. Однако если соединено последовательно и согласно (в одну сторону) несколько диодов, пороговое напряжение, необходимое для отпирания всех диодов, увеличивается и может оказаться больше, чем напряжение на клеммах омметра. По этой причине измерить прямые напряжения диодных столбов или селеновых столбиков при помощи омметра оказывается невозможно.



## Проверка тиристоров.

Неуправляемые тиристоры (динисторы) могут быть проверены таким же образом, как диоды, если напряжение отпирания динистора меньше напряжения на клеммах омметра. Если же оно больше, динистор при подключении омметра не отпирается и омметр в обоих направлениях показывает очень большое сопротивление. Тем не менее, если динистор пробит, омметр это регистрирует нулевыми показаниями прямого и обратного сопротивлений. Для проверки управляемых тиристоров (тринисторов) плюсовой вывод омметра подключается к аноду тринистора, а минусовой вывод - к катоду. Омметр при этом должен показывать очень большое сопротивление, почти равное бесконечному. Затем замыкают выводы анода и управляющего электрода тринистора, что должно приводить к резкому уменьшению сопротивления, так как тринистор отпирается. Если после этого отключить управляющий электрод от анода, не разрывая цепи, соединяющей анод тринистора с омметром, для многих типов тринисторов омметр будет продолжать показывать низкое сопротивление открытого тринистора. Это происходит в тех случаях, когда анодный ток тринистора оказывается больше так называемого тока удержания. Тринистор остается открытым обязательно, если анодный ток больше гарантированного тока удержания. Это требование является достаточным, но не необходимым. Отдельные экземпляры тринисторов одного и того же типа могут иметь значения тока удержания значительно меньше гарантированного. В этом случае тринистор при отключении управляющего электрода от анода остается открытым. Но если при этом тринистор запирается и омметр показывает большое сопротивление, нельзя считать, что тринистор неисправен.



## Проверка транзисторов.

Эквивалентная схема биполярного транзистора представляет собой два диода, включенных навстречу один другому. Для р-п-р транзисторов эти эквивалентные диоды соединены катодами, а для п-р-п транзисторов - анодами. Таким образом, проверка транзистора омметром сводится к проверке обоих р-п переходов транзистора: коллектор-база и эмиттер-база. Для проверки прямого сопротивления переходов р-п-р транзистора минусовой вывод омметра подключается к базе, а плюсовой вывод омметра - поочередно к коллектору и эмиттеру. Для проверки обратного сопротивления переходов к базе подключается плюсовой вывод омметра. При проверке п-р-п транзисторов подключение производится наоборот: прямое сопротивление измеряется при соединении с базой плюсового вывода омметра, а обратное сопротивление - при соединении с базой минусового вывода. При пробое перехода его прямое и обратное сопротивления оказываются равными нулю. При обрыве перехода его прямое сопротивление бесконечно велико. У исправных маломощных транзисторов обратные сопротивления переходов во много раз больше их прямых сопротивлений. У мощных транзисторов это отношение не столь

велико, тем не менее омметр позволяет их различить. Из эквивалентной схемы биполярного транзистора вытекает, что с помощью омметра можно определить тип проводимости транзистора и назначение его выводов (цоколевку). Сначала определяют тип проводимости и находят вывод базы транзистора. Для этого один вывод омметра подключают к одному выводу транзистора, а другим выводом омметра касаются поочередно двух других выводов транзистора. Затем первый вывод омметра подключают к другому выводу транзистора, а другим выводом омметра касаются свободных выводов транзистора. Затем первый вывод омметра подключают к третьему выводу транзистора, а другим выводом касаются остальных. После этого меняют местами выводы омметра и повторяют указанные измерения. Нужно найти такое подключение омметра, при котором подключение второго вывода омметра к каждому из двух выводов транзистора, не подключенными к первому выводу омметра, соответствует небольшому сопротивлению (оба перехода открыты). Тогда вывод транзистора, к которому подключен первый вывод омметра, является выводом базы. Если первый вывод омметра является плюсовым, значит, транзистор относится к n-p-n проводимости, если - минусовым, значит, - p-n-p проводимости. Теперь нужно определить, какой из двух оставшихся выводов транзистора является выводом коллектора. Для этого омметр подключается к этим двум выводам, база соединяется с плюсовым выводом омметра при n-p-n транзисторе или с минусовым выводом омметра при p-n-p транзисторе и замечается сопротивление, которое измеряется омметром. Затем выводы омметра меняются местами (база остается подключенной к тому же выводу омметра, что и ранее) и вновь замечается сопротивление по омметру. В том случае, когда сопротивление оказывается меньше, база была соединена с коллектором транзистора.

© 2011 Школа начинающего радиолюбителя с учетом современной электроники (2-е издание)  
Разработчик программного и веб-интерфейса - Владимир Дригалкин aka LENIN INC.  
Все права защищены.

## Глава 2. Инструмент и устройства.

Измерительный прибор.

Учимся пользоваться цифровым тестером.

Главным отличием цифрового прибора от аналогового является то, что результаты измерения отображаются на жидкокристаллическом дисплее. К тому же цифровые мультиметры обладают более высокой точностью и отличаются простотой использования, так как не приходится разбираться во всех тонкостях градирования измерительной шкалы, как в стрелочных вариантах.



Рис.1. Внешний вид простого цифрового мультиметра с описанием возможностей измерения.

Цифровой тестер (см. Рис.1), как и аналоговый, имеет два щупа - черный и красный, и от двух до четырех гнезд. Черный вывод является общим (масса). Красный называют потенциальным выводом и применяют для измерений. Гнездо для общего вывода помечается как СОМ или просто (-) т.е. минус, а сам вывод на конце часто имеет так называемый "крокодильчик", для того, чтобы при измерении можно было зацепить его за массу электронной схемы. Красный вывод вставляется в гнездо помеченное символами сопротивления или вольты (V или +), если гнездо больше чем два, то остальные обычно предназначаются для красного вывода при измерениях тока. Помечены как A (ампер), mA (миллиампер), 10A или 20A соответственно.

Переключатель мультиметра позволяет выбрать один из нескольких пределов для измерений.

Чтобы измерить постоянное напряжение выбираем режим DCV, если переменное ACV, подключаем щупы и смотрим результат. При этом на шкале переключателя вы должны выбрать большее напряжение, чем измеряемое. Например, вам надо измерить

напряжение в электрической розетки. В вашем приборе шкала ACV состоит из двух параметров: 200 и 750 (это вольты). Значит, нужно установить стрелочку переключателя на параметр 750 и можно смело измерять напряжение.

Ток измеряется последовательным включением мультиметра в электрическую цепь. Для примера можно взять обычную лампочку от карманного фонаря и подключить ее последовательно с прибором к адаптеру 5В. Когда по цепи пойдет ток и лампочка загорится, прибор покажет значение тока.

Сопротивление на приборе обозначается значком, немного похожим на наушники. Для измерения сопротивления резистор должен быть выпаян из электрической цепи хотя бы одним концом, чтобы быть уверенным в том, что никакие другие компоненты схемы не повлияют на результат. Подключаем щупы к двум концам резистора и сравниваем показания омметра со значением, которое указано на самом резисторе. Стоит учитывать и величину допуска (возможных отклонений от нормы), т.е. если по маркировке резистор на 200кОм и допуском  $\pm 15\%$ , его действительное сопротивление может быть в пределах 170-230кОм.

Проверяя переменные резисторы, измеряем сначала сопротивление между крайними выводами (должно соответствовать номиналу резистора), а затем подключив щуп мультиметра к среднему выводу, поочередно с каждым из крайних. При вращении оси переменного резистора, сопротивление должно изменяться плавно, от нуля до его максимального значения, в этом случае удобней использовать аналоговый мультиметр наблюдая за движением стрелки, чем за быстро меняющимися цифрами на жидкокристаллическом экране.

С сопротивлением так же просто, прикасаемся щупами к двум концам того, чье сопротивление нужно узнать, таким же способом в режиме омметра прозваниваются провода и дорожки на обрыв. Измерение силы тока отличаются тем, что щупы мультиметра должны быть врезаны в цепь, как будто это один из компонентов этой самой цепи.

Если имеется функция проверки диодов, то все просто, подключаем щупы, в одну сторону диод звониться, а в другую нет. Если данной функции нет, устанавливаем переключатель на 1кОм в режиме измерения сопротивления и проверяем диод. При подключении красного вывода мультиметра к аноду диода, а черного к катоду, вы увидите его прямое сопротивление, при обратном подключении сопротивление будет настолько высоко, что на данном пределе измерения вы не увидите ничего. Если диод пробит, его сопротивление в любую сторону будет равно нулю, если оборван, то в любую сторону сопротивление будет бесконечно большим.

Обычный биполярный транзистор представляет собой два диода, включенных навстречу один другому. Зная, как проверяются диоды, несложно проверить и такой транзистор. Стоит учесть, что транзисторы бывают разных типов, р-п-р когда их условные диоды соединены катодами, и п-р-п когда они соединяются анодами. Для измерения прямого сопротивления транзисторных р-п-р переходов, минус мультиметра подключается к базе, а плюс поочередно к коллектору и эмиттеру. При измерении обратного сопротивления меняем полярность. Для проверки транзисторов п-р-п типа делаем все наоборот. Если еще короче, то переходы база-коллектор и база-эмиттер в одну сторону должны прозваниваться, в другую нет.

Для измерения у транзистора коэффициента усиления по току используем режим h<sub>EF</sub>, если он есть на вашем приборе. Замечу, что разъем, в который вставляют контакты транзистора не очень качественный практически во всех моделях и довольно глубоко посажен. Т.е. ножки транзистора до них иногда не достают. Как выход - вставьте одножильные провода и выводами транзистора касайтесь именно их.

На цифровых мультиметрах пределов измерений обычно больше, к тому же часто добавлены дополнительные функции, такие как звуковая "прозвонка" (в этом режиме при замыкании щупов вы должны услышать звуковое оповещение) диодов, проверка переходов транзисторов, частотомер, измерение емкости конденсаторов и датчик температуры. Но такими возможностями обладают более дорогие модели тестеров. Кроме того, в дорогих моделях нет нужды переключать шкалу измерения. Просто устанавливаете переключатель на измерение емкости, сопротивления и т.д., и прибор показывает результат.

Для того, чтобы мультиметр не вышел из строя при измерениях напряжения или тока, особенно если их значение неизвестно, переключатель желательно установить на максимально возможный предел измерений, и только если показание при этом слишком мало, для получения более точного результата, переключайте мультиметр на предел ниже текущего.

© 2011 Школа начинающего радиолюбителя с учетом современной электроники (2-е издание)  
Разработчик программного и веб-интерфейса - Владимир Дригалкин aka LENIN INC.  
Все права защищены.

## Глава 2. Инструмент и устройства.

### Секреты правильной пайки.

Неужели даже в таком деле, как паяние деталей, есть секреты? Казалось бы что тут сложного - нагреть паяльник, взять припой, канифоль и паяй себе на здоровье. На самом деле не все так просто. Уметь хорошо паять - мастерство, которое дается не сразу, а в результате практики. Овладеть этим мастерством - значит познать все секреты техники паяния.



Рис.1. Средства для пайки.

Первым делом вы должны научится правильно применять в процессе паяния припой и флюс. **Припоеем** называется легкоплавкий металлический сплав, которым спаивают провода и выводы деталей. Наилучший припой - чистое олово. Однако оно дорогое и используется в исключительных случаях. Во время радиомонтажа чаще применяют оловянно-свинцовые припои, которые представляют собой сплав олова и свинца. За прочностью спаивания эти припои не уступают чистому олову. Плавятся такие припои при температуре 180-200 °C. Обозначали их в бывшем Союзе тремя буквами - ПОС (припой оловянно-свинцовий), за которыми идет двузначное число, что показывает содержимое олова в процентах, например: ПОС-40, ПОС-60. Для наших целей лучшее брать припой ПОС-60. Сейчас чаще встречается зарубежный припой, намотанный на пластиковые катушки.

**Флюс** - это противоокисляющие вещества. Их применяют для того, чтобы подготовленные к паянию места деталей или проводников не окислялись во время паяния. Без флюса припой может не пристать к поверхности металла. Флюсы бывают разные. Например, для ремонта металлической посуды пользуются **паяльной кислотой** - раствором цинка в соляной кислоте. Паять радиоконструкции с таким флюсом нельзя - со временем он разрушает пайку. Для радиомонтажа надо применять флюсы, в которых нет кислоты. Одним из таких флюсов есть **канифоль**. В магазинах вы, наверное, встречали смычковую канифоль, которой музыканты натирают смычки своих инструментов,- ее можно использовать для паяния.

Чтобы можно было паять в труднодоступных местах, желательно запастись **редким флюсом**. Для приготовления его измельчают канифоль на порошок и добавляют борный спирт (лучше всего) или глицерин. Помешивая раствор палочкой, подсыпают канифоль до образования густой каши. Такую канифоль наносят на места пайки тонкой палочкой или кисточкой.

Некоторые из этих припоев могут содержать внутри канифоль. То есть припой представляет собой трубку, внутри которой находится канифоль. Поэтому не ленитесь спрашивать у продавца, что покупаете. Замечу, что у меня данный вид припоя не прижился. Канифоль в нем очень быстро испаряется.

Еще одним из секретов правильной пайки - чистота жала паяльника. Если жало грязное, им тяжело работать - припой будет плавиться, а к поверхности жала не пристанет. Жало обязательно надо зачистить и залудить - покрыть тонким пластом припоя. Делайте это так. Разогрейте паяльник и зачистите его жало напильником или шлифовальной шкуркой. Погрузите жало в канифоль, а потом затроньте им кусочек припоя. В пласте расплавленного припоя поводите жало по деревянной палочке (или по подставке) так, чтобы вся его поверхность покрылась пластом припоя. С течением времени жало будет окидываться окислительным налетом темного цвета, который будет мешать паянию. Вот тогда снова залудите его.

Не забывайте о чистоте поверхностей, которые паяются. Места проводников и деталей, предназначенные для паяния, должны быть зачищены до блеска. После этого, положите проводник на кусок канифоли и аккуратно прогрейте паяльником. Канифоль быстро расплавится, а припой, который есть на паяльнике, растечется по проводнику. Вращая проводник и медленно двигая по нему жало паяльника, добейтесь равномерного распределения припоя по поверхности проводника. Только не переусердствуйте. Многие детали не любят чрезмерный нагрев.

Если нужно спаять концы двух залуженных проводников, плотно придавите их один до одного и к месту прикосновения дотроньтесь паяльником с каплей припоя на конце жала. Как только место спаивания прогреется, припой растечется и заполнит промежутки между проводниками. Плавным движением паяльника распределите припой равномерно по всему месту спаивания. Продолжительность паяния не должна превышать

5 секунд, после чего паяльник убирают - припой быстро твердеет и крепко скрепливает детали. Однако пайка будет крепкой лишь в том случае, если после уборки паяльника проводники не сдвинутся на протяжении 10 секунд.

Если вы паяете транзистор, берегите его выводы от перегревания. Для этого придерживайте их пинцетом - он выполнит роль теплоотвода. Во время налаживания конструкций приходится перепаивать проводники или заменять детали. Это нужно учитывать во время монтажа. Например, концы деталей, которые соединяются в соответствии со схемой с общим проводником, следует припаивать не в одной точке, а на некотором расстоянии один от другого. Не рекомендуется закручивать концы деталей вокруг проводника.

Помните, что во время паяния выделяются вредные для здоровья пары олова и свинца. Ни в коем случае нельзя наклоняться над местом паяния и вдыхать испарения. Летом страйтесь паять возле открытого окна, зимой чаще проветривайте помещения. Закончив паяния, обязательно вымойте руки теплой водой с мылом. Чтобы уберечь свое зрение от попадания кусков раскаленного олова, которое может отпружинить от проводника детали, применяйте защитные очки.

© 2011 Школа начинающего радиолюбителя с учетом современной электроники (2-е издание)  
Разработчик программного и веб-интерфейса - Владимир Дригалкин aka LENIN INC.  
Все права защищены.

## Глава 2. Инструмент и устройства.

Безопасность во время работы.

Действие электрического тока на человека.



Радиолюбителям, занимающимся конструированием различных электронных устройств, постоянно приходится иметь дело с электрическим током. Неосторожное обращение с током в процессе изготовления, наладки и эксплуатации устройств может привести к печальным последствиям.

Все вы, наверное, неоднократно слышали, что напряжение 220 вольт в электророзетке может привести к смерти. В этом есть часть истины, так, убивает не напряжение, а сила тока. Хотя напряжение при этом играет не последнюю роль. К примеру, напряжение статического электричества на расческе, которой вы расчесали волосы в морозный день, может составлять киловольты, но сила тока ничтожна, и единственное, что вы получите - это искру в палец. Или, к примеру, электрошокер, вырабатывающий около 30 киловольт, не убивает человека, так как сила тока в нем очень мала. Но безопасного напряжения не существует. В практике существуют случаи, когда человека убивало от напряжения в 36 и даже 12 вольт. Все зависит от силы тока, состояния человека и окружающей среды.

Считается, что ток в 0,01 ампер - опасен, а 0,1 ампер - смертелен для человека.

Значение тока, протекающего через тело человека, зависит от его сопротивления. У всех людей это сопротивление различно. Сопротивление снижается, если руки человека влажные, а также если влажная его одежда. Это необходимо учитывать, прежде чем приступить к работе. Не следует также иметь дело с электрическим током в болезненном или утомленном состоянии - реакция человека снижается и вероятность несчастного случая увеличивается. При попадании человека под напряжение электрический ток обычно протекает от одной руки к другой, а также от руки к ноге. Поэтому не следует одновременно двумя руками прикасаться к элементам устройства, а также держаться рукой за трубу отопления или водопровода.

В зависимости от условий, при которых человек подвергается действию электрического тока, последствия этого действия могут быть различны. Но всегда нужно ожидать его действия на нервную систему, которое наиболее опасно. Как известно, работа сердца регулируется нервыми импульсами, исходящими от нервной системы, под действием которых происходит его сокращение в определенном ритме. Дыхание также управляет нервной

системой. Действие электрического тока нарушает воздействия нервной системы на работу сердца и дыхания, что может привести к беспорядочному сокращению мышц сердца, называемому фибрилляцией, что равносильно его остановке, и к остановке дыхания, что ведет к смерти.

Воздействия тока на нервную систему выражаются в виде электрического удара и шока. Электрический удар в зависимости от последствий можно условно разделить на пять степеней:

1. Едва ощутимое сокращение мышц;
2. Судорожное сокращение мышц с сильными болями, без потери сознания, при этом могут быть механические травмы под действием сокращения мышц;
3. Судорожное сокращение мышц с потерей сознания, но с сохранившимися работой сердца и дыхания;
4. Потеря сознания с нарушением работы сердца и дыхания;
5. Клиническая смерть, когда человек не дышит и у него не работает сердце и отсутствуют другие признаки жизни.

При своевременной помощи человека можно вернуть к жизни! Электрический шок имеет фазы возбуждения и торможения. Фаза возбуждения характеризуется сохранением активности и работоспособности, но потом она переходит в фазу торможения, которая характеризуется понижением давления, учащением пульса, ослаблением дыхания, возникает угнетенное состояние, потом клиническая смерть, которая без оказания помощи может перейти в биологическую. Возможны и другие воздействия тока на человека. Тепловое воздействие характеризуется различными ожогами, химическое воздействие сопровождается электролизом крови и других растворов в организме, нарушением их химического состава и функций в организме. Механическое воздействие приводит к различным травмам частей тела под действием непроизвольного сокращения мышц. Основное значение при действии на человека имеет величина проходящего через его тело тока, но влияет и род тока, его частота, путь тока через тело человека, продолжительность действия тока и индивидуальные особенности пострадавшего.

Различные величины тока частотой 50 Гц действуют следующим образом:

- 5...10 мА - боль в мышцах, судорожные их сокращения, руки с трудом можно оторвать от электродов;
- 10...20 мА - боли, руки невозможна оторвать от электродов;
- 25...50 мА - боль в руках и груди, дыхание затруднено, возможен паралич дыхания и потеря сознания;
- 50...80 мА - при длительном действии возможна клиническая смерть;
- 100 мА и более - при длительности более 3 секунд возможна клиническая смерть.

Исходя из вышеперечисленного, не забывайте про правила безопасности. Например, замену элементов налаживаемой конструкции

следует производить только в обесточенном состоянии. Если в устройстве имеются высоковольтные конденсаторы, их необходимо разрядить (вообще при проектировании устройства надо предусматривать разрядку таких конденсаторов после отключения напряжения питания). Для разрядки достаточно замкнуть контакты конденсатора. При этом возникнет искра, сигнализирующая о разрядке элемента. Если необходимо измерить напряжение на элементах, то один щуп вольтметра следует подключить к требуемой точке при обесточенном устройстве (например, с помощью лабораторного зажима типа "крокодил"); после включения устройства в сеть вторым щупом прикасаются к выводу элемента. При этом не следует пользоваться щупом, имеющим неизолированную часть (спицу) значительной длины - в этом случае можно надеть отрезок изоляционной трубы, оставив неизолированный конец длиной 2..3 мм. Измерение лучше выполнять одной рукой. Некоторые радиолюбители проверяют наличие напряжения на зажимах с помощью языка. Так делать ни в коем случае нельзя, даже если известно, что напряжение не превышает 5..7 В. Говорят, что незаряженное ружье один раз в год стреляет; также и на этих зажимах может оказаться значительное напряжение.

Если ваше устройство не содержит трансформатор - прибор, что "развязывает" электросеть и какое-либо устройство, - то все элементы имеют гальваническую связь с сетью. При настройке и эксплуатации такого устройства следует соблюдать особую осторожность. В процессе налаживания устройства желательно питать его через разделительный трансформатор, у которого первичная и вторичная обмотки рассчитаны на напряжение сети. Плату и элементы устройства необходимо тщательно изолировать от корпуса, а сам корпус лучше выполнять из непроводящего материала.

При работе с электронными устройствами желательно, чтобы в вашем помещении находился взрослый человек, который в случае необходимости может отключить напряжение и оказать помощь.

## Глава 2. Инструмент и устройства.

Безопасность во время работы.

Что представляет собой молния?

Каждый из нас неоднократно наблюдал грозу, видел молнии и слышал гром. И конечно, хотел узнать, что это такое? Изучением этого явления природы занимались многие ученые. Некоторые из них погибли во время исследований.

Как же образуются грозовые облака? При нагревании атмосферы тёплые воздушные массы поднимаются вверх, а холодные опускаются вниз. В результате соприкосновения различные воздушные потоки и облака электризуются. При этом одна часть облака (например, верхняя) электризуется положительно, а другая - отрицательно (см. Рис.1). Напряжение между двумя облаками, а также между облаками и Землей достигает десятков миллионов вольт. В результате между облаками или между облаком и Землей возникает гигантская искра - молния. Длина молнии достигает нескольких километров, а диаметр ее канала иногда составляет метр и больше. Сила тока в канале молнии огромна: от 1-2 до 200 кА. Однако длительность разряда мала: она составляет тысячные доли секунды.



Рис.1. Принцип образования грозовых облаков.

Удары молний исключительно опасны. Молния может разрушить здание,

опору электропередач, заводскую трубу, вызвать пожар и т.д. Особенно опасна молния для человека. Ее удар смертелен для всего живого, но в людей и животных молния ударяет сравнительно редко и только в тех случаях, когда сам человек из-за незнания создает для этого благоприятные условия.

Молния чаще ударяет в высокие предметы, а из двух предметов одинаковой высоты - в тот, который является лучшим проводником. Находясь в поле, нельзя скрываться от дождя под одиноко стоящим деревом или в копне сена, а в лесу надо уходить от очень высоких деревьев. Находясь в горах, лучше всего прятаться от дождя в пещеру или под глубокий уступ.

Для защиты одиноко стоящих сооружений (зданий, опор линий электропередач и т. д.) вблизи них устанавливают мачту с заостренным металлическим стержнем, который хорошо соединен (спаян, сварен) толстым проводом с закопанным глубоко в землю металлическим предметом. Это устройство получило название молниепровода (часто называют громоотводом). Упрощенно принцип работы молниепровода можно объяснить так. Грозовая туча своим электрическим полем наводит в молниепроводе электрический заряд, у которого знак противоположен знаку заряда тучи. Этот заряд, стекая с острия молниепровода, нейтрализует заряд тучи. Защищаемое молниепроводом пространство на поверхности Земли определяется высотой молниепровода.

© 2011 Школа начинающего радиолюбителя с учетом современной электроники (2-е издание)  
Разработчик программного и веб-интерфейса - Владимир Дригалкин aka LENIN INC.  
Все права защищены.

## Глава 3. Собираем свои первые электронные устройства.

Закон Ома.



Известный немецкий физик Георг Симон Ом.

Закон Ома - это физический закон, определяющий соотношение между напряжением, силой тока и сопротивлением проводника в электрической цепи. Назван в честь его первооткрывателя Георга Ома. Суть закона проста: порождаемый напряжением ток обратно пропорционален сопротивлению, которое ему приходится преодолевать, и прямо пропорционален порождающему напряжению. Именно такое определение вы бы прочитали в учебнике по физике. Я же попробую объяснить это на примере с водопроводной трубой.

Припоминаете, что такая же аналогия использовалась, когда мы говорили о токе?

Представьте себе, что вода - некое подобие электрического тока, образуемого направленным движением электронов в проводнике, а напряжение - аналог давления (напора) воды. Сопротивление - это та сила противодействия среды их движению, которую приходится преодолевать электронам (воде), в результате выделяется теплота. Именно такая модель представлялась Георгу Ому в 1820-е годы, когда он занялся исследованием природы происходящего в электрических цепях.

Чем выше давление воды в трубе, тем относительно большая доля энергии расходуется на преодоление сопротивления, поскольку в трубах усиливается турбулентность потока. Из этого исходил Ом, приступая к опытам по измерению зависимости силы тока от напряжения. Очень скоро выяснилось, что ничего подобного в электрических проводниках не происходит: сопротивление вещества электрическому току вовсе не зависит от приложенного напряжения. В этом, по сути, и заключается закон Ома, который (для отдельного участка цепи) записывается очень просто:

$$V = I \times R,$$

где  $V$ - напряжение, приложенное к участку цепи,  $I$  - сила тока, а  $R$  - электрическое сопротивление участка цепи (Рис.1).

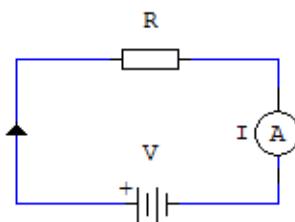


Рис.1. Для этой цепи, согласно закону Ома, напряжение  $V$  равно силе тока  $I$ , измеренной амперметром  $A$ , умноженной на сопротивление  $R$ .

Сегодня мы понимаем, что электрическая проводимость обусловлена движением свободных электронов, а сопротивление - столкновением этих электронов с атомами кристаллической решетки. При каждом таком столкновении часть энергии свободного электрона передается атому, который, начинает колебаться более интенсивно, и в результате мы наблюдаем нагревание проводника под действием электрического тока. Повышение напряжения в цепи никак не сказывается на доле тепловых потерь такого рода, и соотношение напряжения и электрического тока остается постоянным. Однако, когда Георг Ом сформировал свой закон, атомная теория строения вещества находилась в зачаточном состоянии, а до открытия электрона было еще несколько десятилетий. Таким образом, для него формула  $V = I \times R$  была чисто экспериментальным результатом. Сегодня мы имеем достаточно стройную и одновременно сложную теорию электропроводности и понимаем, что закон Ома в его первозданном виде - всего лишь грубое приближение. Однако это не мешает нам с успехом использовать его для расчета самых сложных электрических цепей, применяющихся в промышленности и быту.

В честь этого выдающегося ученого и была названа единица электрического сопротивления - Ом.

## Глава 3. Собираем свои первые электронные устройства

Практика начинающего радиолюбителя.

### Вспышки на светодиоде.

В старых самоучителях авторы частенько начинали практику с изготовления детекторного приемника. Мы пойдем другим путем, так как на сегодняшний день время детекторных приемников прошло.

Надеюсь, вы уже обзавелись всем необходимым: канифолью, припоеем, паяльником, тестером. Наверное, раздобыли и несколько деталей. Вот теперь можно приступать к созданию своей первой радиолюбительской конструкции. Начнем, пожалуй, с самой простой. Она будет представлять собой своеобразный интерес для начинающего радиолюбителя - это схема вспышек на светодиоде (см. Рис.1а). Устройство подключается к стабилизированному источнику питания с напряжением  $\pm 9$  В. Таким источником в данном случае является батарейка "Крона", но вы можете использовать другой источник питания с напряжением 9В-12В.

Наша схема максимально проста, содержит всего лишь 4 детали (не считая источника питания): транзистор Q1 типа KT315 структуры n-p-n, резистор R1 на 1,5 кОм (любой мощности), электролитический конденсатор C1 на 470 мкФ и напряжением не менее 16 В (еще раз напомню, что напряжение конденсатора должно быть всегда на порядок больше, напряжения питания устройства, а также любой светодиод. Я взял отечественный АЛ307БМ красного свечения).

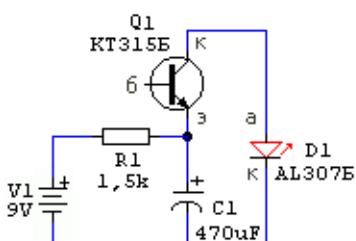


Рис 1а.

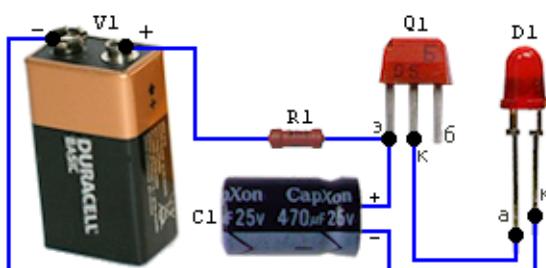


Рис 1б.



Рис 1в

Рис.1. а - принципиальная схема вспышек на светодиоде; б - монтажная схема; в - назначение выводов элементов (циколовка);

Для правильного подключения деталей надо знать их цоколевку (распиновку) - расположение выводов. Распиновка транзистора и светодиода данной конструкции представлена на Рис.1в.

Транзистор серии КТ315 может быть не только красным, как на фото, но и желтым. Пусть разные цвета вас не пугают. Главное не перепутайте его с транзистором КТ361 противоположной структуры. Эти детали производят в одинаковом корпусе. Отличие только в размещении буквы. У КТ315 буква находится сбоку, у КТ361 - посередине.

Теперь с помощью паяльника и проводов попробуем собрать устройство. На Рис.1б показано, как вы должны соединить между собой детали. Синие линии - это провода, жирные черные точки - места пайки. Такой монтаж называется навесным, существует также монтаж на печатных платах, но с ним мы познакомимся немного позже.

Проверьте правильность соединения деталей и подключите устройство к блоку питания или батарейке "Крона". Если детали исправны и сборка была правильной, светодиод станет ярко вспыхивать. Ваше первое устройство заработало! Поздравляю!

© 2011 Школа начинающего радиолюбителя с учетом современной электроники (2-е издание)  
Разработчик программного и веб-интерфейса - Владимир Дригалкин aka LENIN INC.  
Все права защищены.

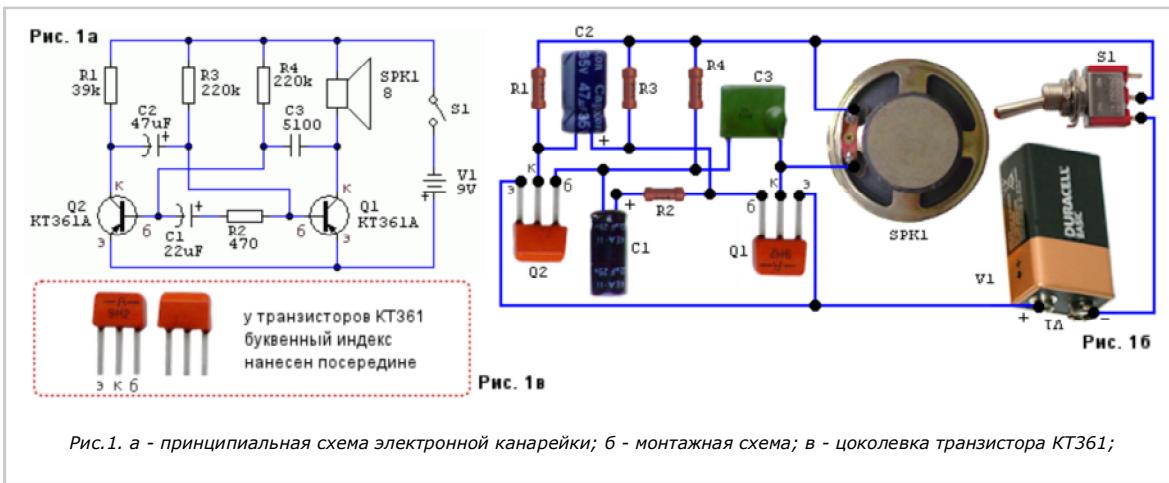
## Глава 3. Собираем свои первые электронные устройства

Практика начинающего радиолюбителя.

### Электронная канарейка.

Продолжая обучение предлагаю собрать устройство на двух транзисторах структуры p-n-p, которое будет имитировать пение канарейки (Рис.1а). Имитатор трелей канарейки представляет собой генератор, составленный по схеме, которую называют в технике мультивибратором. Его отличительная особенность в том, что каскады на транзисторах соединены симметрично - коллектор каждого транзистора подключен через конденсатор к базе другого. Тем не менее емкость конденсаторов неодинакова (сравните: 47 мкФ и 5100 пКФ), поэтому мультивибратор называют несимметричным. Кроме того, между базами транзисторов установлен круг связи из конденсатора C1 и резистора R2. Элементы мультивибратора подобраны так, что он генерирует сигналы, которые, поступая на громкоговоритель (другое название динамическая головка) SPK1, превращаются им в звуковые колебания, похожие на трели канарейки.

Другими словами мультивибраторами называют электронные устройства, генерирующие электрические колебания, близкие по форме к прямоугольной. Спектр колебаний, генерируемых мультивибратором, содержит множество гармоник - тоже электрических колебаний, но кратных колебаниям основной частоты, что и отражено в его названии: "мульти - много", "вибро - колеблю".



Для создания этого устройства на потребуются транзисторы КТ361 с любой буквой, но они должны быть с одинаковыми или по возможности близкими коэффициентами передачи тока - не меньшими 60. Что это значит? Каждый транзистор имеет свой коэффициент передачи тока, для некоторых устройств он должен быть большим, для более простых это имеет большое значение. Коэффициент передачи тока можно измерить цифровым тестером, но если такого нет под рукой, то что делать... ставьте транзисторы наугад. Электролитические конденсаторы C1 и C2 должны быть расчитаны на напряжения не ниже 16 вольт. Емкостью конденсатора C3 может колебаться в пределах 4700-5600 пКФ. Динамическая головка подойдет любая, малогабаритная. Выключатель питания S1 - любого типа (можно обойтись и без него), источник питания V1 - батарея типа "Крона".

Соберите электронную канарейку таким же способом, что и предыдущее устройство. А если не хотите, чтобы детали болтались на проводах, то можно использовать картон в качестве платы. Пробиваете шилом отверстия под детали в картоне, а потом соединяете их проводами. В таком случае устройство можно уберечь от случайных замыканий.

Настало время подвергнуть испытанию самоделку. Перед этим внимательно проверьте монтаж и убедитесь в правильности всех соединений и надежности пайки. Потом подайте выключателем питание. Звуки в громкоговорителе должны звучать через 1-2 сек. после включения устройства. Сначала будет слышно клацанье, которое имитирует трель канарейки, а потом настанет пауза, после которой трели возобновятся. Так будет длиться до тех пор, пока включено питание.

Возможно, вы пожелаете изменить звучание электронной "канарейки". Для этого надо знать влияние параметров тех или других деталей на трели, которые имитируются. Например, тональность трели зависит от конденсатора C3 - с уменьшением его емкости звуки становятся более резкими, увеличение же емкости конденсатора смягчает звуки. Количество звуков трели (иначе говоря, частоту их появления) определяет конденсатор C1. Если уменьшить его емкость, частота звуков-клацаний (а значит и количество их) возрастет. Влияет на это и резистор R2, но основное его назначение - прекращать трель

после определенного количества звуков, причем от сопротивления этого резистора зависит продолжительность последнего звука трели - она увеличивается с повышением сопротивления резистора. Однако изменять сопротивление резистора в больших границах опасно, так как это может привести к нарушению нормальной работы устройства. Так, при чрезмерном увеличении сопротивления резистора может настать момент, когда последний звук трели начнет беспрерывно повторяться и услышать новую трель удастся только после кратковременного выключения питания. Уменьшение же сопротивления резистора вообще приведет к прекращению трелей. А когда случайно выйдет из строя (при обрыве проводов, например) резистор R2 или конденсатор C1, в громкоговорите будет слышен постоянный негромкий свист. Конденсатор C2 определяет продолжительность каждой трели и паузы между ними - с увеличением емкости конденсатора они также увеличиваются.

Наше устройство может иметь самое разное применение. Не плохо оно будет использоваться в качестве дверного звонка. Вам потребуется поменять выключатель S1 на кнопку.

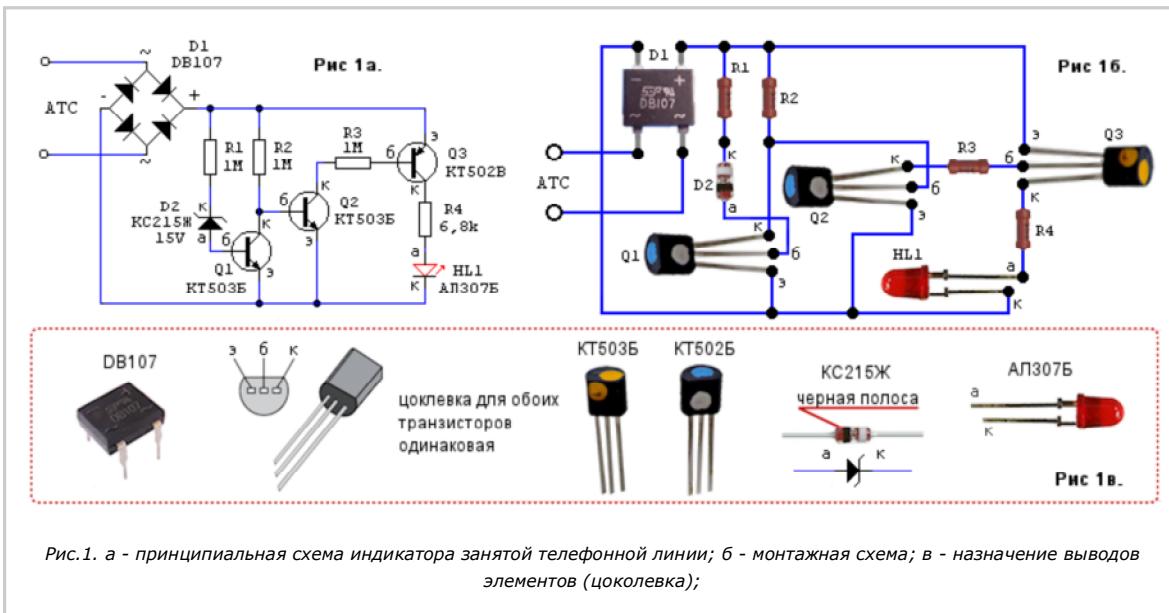
© 2011 Школа начинающего радиолюбителя с учетом современной электроники (2-е издание)  
Разработчик программного и веб-интерфейса - Владимир Дригалкин aka LENIN INC.  
Все права защищены.

## Глава 3. Собираем свои первые электронные устройства

Практика начинающего радиолюбителя.

### Индикатор занятой телефонной линии.

Когда к одной телефонной линии подключено несколько телефонов, которыми, в свою очередь, пользуются несколько абонентов, всегда сложно угадать - занят телефон или нет. Можно, конечно, поднять трубку, но это приводит к невольному нарушению конфиденциальности чужого разговора. Устройство, схема которого приведена на Рис.1, поможет вам этого избежать. Данная схема не требует дополнительного питания, т.к. питается от самой телефонной линии. При свободной телефонной линии светодиод HL1 светиться, при занятой - гаснет. В данном устройстве мы познакомимся с другими транзисторами, а так же с диодным мостом и стабилитроном.



Диодный мост (на схеме Рис.1а - элемент D1) это совокупность четырех определенно включенных диодов. Он позволяет преобразовать переменный ток в постоянный, то есть превратить ток с неопределенной полярностью в плюс и минус. Поэтому диодные мосты - это обязательная часть любого блока питания. Еще одна важная деталь нашей конструкции - стабилитрон (на схеме - элемент D2). Он позволяет удерживать напряжение в точно заданной позиции. Например, стабилитрон на 5 вольт, в конструкции будет держать 5 вольт, на 10 - будет держать 10 вольт и так далее. Но это совсем не означает, что он не может удерживать меньшее напряжение. Может! А вот большее, чем он рассчитан - нет.

Детали данного устройства, в принципе, любые малогабаритные, важно только, чтобы стабилитрон был на 15 вольт. Если не найдете подходящего, составьте его из двух последовательно включенных стабилитронов, например, Д814А (8В) и КС168А (6,8В). Сумма максимального стабилизированного напряжения двух стабилитронов должна быть 15 вольт. К сожалению, их размеры оставляют желать лучшего. Советую приобрести импортный малогабаритный стабилитрон. Диодный мост DB107 можно заменить на отечественный КЦ405. Внешний вид транзисторов (а также цоколевка), диодного моста и других деталей показаны на Рис.1в.

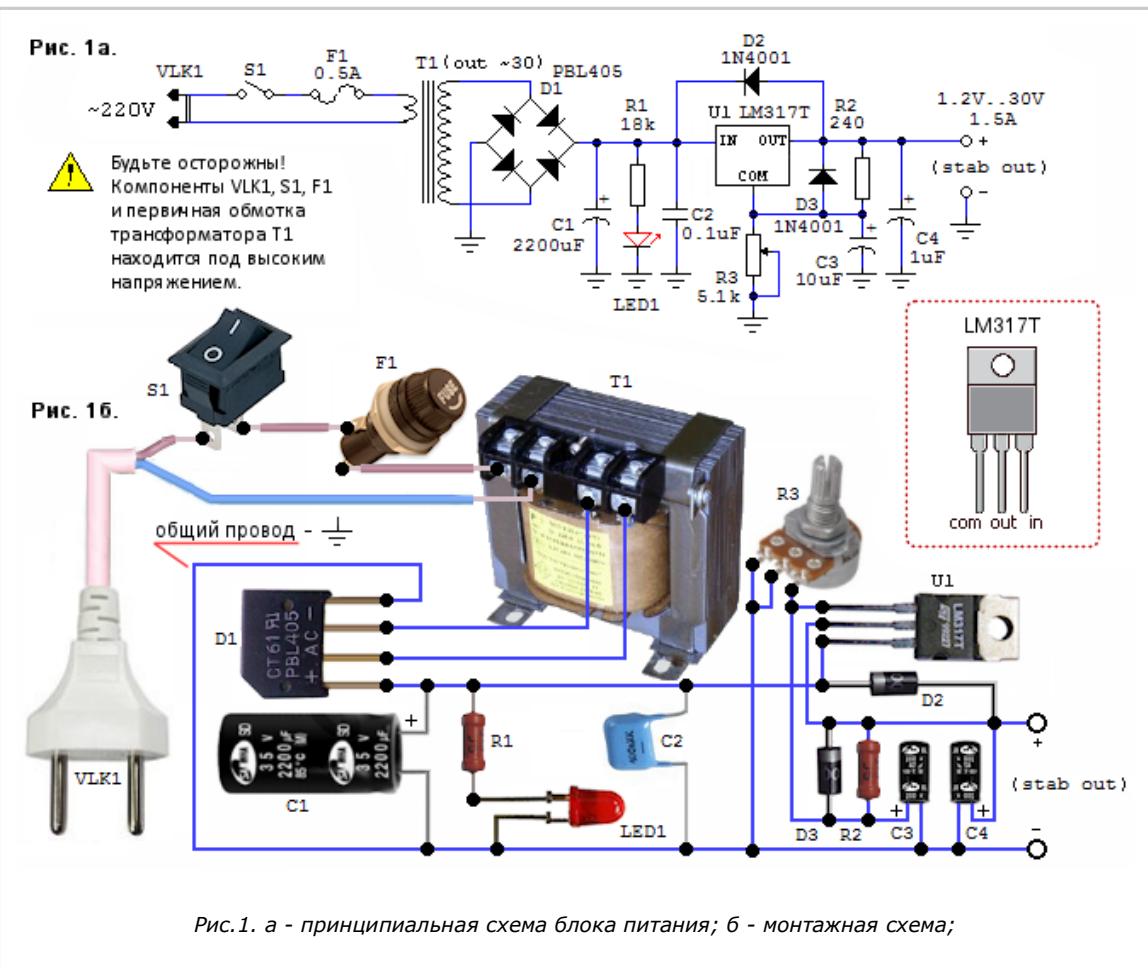
При правильной сборке данное устройство не нуждается в налаживании и при подключении к телефонной линии начинает работать сразу.

## Глава 3. Собираем свои первые электронные устройства

Практика начинающего радиолюбителя.

Лабораторный блок питания.

Собирая новые устройства, радиолюбителю понадобится для них источник питания и чаще всего на разное напряжение. Такой прибор можно купить, а можно и собрать собственными силами. Представленный здесь блок питания может устанавливать напряжение от 1,2 до 30 В, а его максимальный ток - достигать 1,5А.



В блоке питания мы будем использовать **трансформатор** - устройство для повышения или понижения переменного напряжения. Простейший трансформатор состоит из двух обмоток, одна из которых называется первичной, а другая - вторичной. Обмотки трансформатора расположены на общем сердечнике из электротехнической стали; обычно он изготавливается наборным из листов для уменьшения потерь на вихревые токи.

Принцип действия трансформатора основан на явлении электромагнитной индукции. Когда на первичную обмотку подается переменное напряжение, возникающий в результате этого переменный магнитный поток возбуждает во вторичной обмотке (катушке) переменное напряжение той же частоты. Однако напряжение на обмотках будет различным в зависимости от числа витков в каждой из

НИХ.

В нашем устройстве использован понижающий трансформатор на 30В, т.е. напряжение электросети, которое поступает на первичную обмотку трансформатора T1 через вилку VLK1, выключатель S1 и предохранитель F1 (см. Рис.1), понижается до 30В, которые мы получаем на вторичной обмотке. Переменное напряжение с вторичной обмотки поступает на диодный мост, который преобразует его в постоянное. Таким образом, мы получили выпрямленное напряжение, но обладающее массой **пульсаций**. Чтобы избавится от них, был введен конденсатор C1 большой емкости.

Здесь сделаю отступление и расскажу подробнее о пульсациях. Диодный мост выпрямляет переменный ток: "пропускает" его положительные полуволны и "задерживает" отрицательные. В результате переменный ток становится пульсирующим - током одного направления, но изменяющимся по силе. Для того чтобы сгладить пульсации тока и сделать его практически постоянным, на выходе выпрямителя подключают электрический фильтр. При прохождении тока через фильтр конденсаторы заряжаются и накапливают большой заряд. Как только ток через выпрямитель прекращается, конденсаторы отдают накопленный заряд, поддерживая ток в цепи. Для уменьшения резких колебаний выпрямленного тока в фильтр иногда включают дроссель, который всегда препятствует нарастанию тока и, наоборот, поддерживает убывающий ток. Пульсации постоянного напряжения очень хорошо можно было услышать в советской звукоспроизводящей аппаратуре. Припоминаете пульсирующий фон в колонках?..

Но вернемся к схеме. В принципе это типичная схема включения **микросхемного стабилизатора LM317T**, которое нам предлагает зарубежный производитель. Отличие лишь в том, что был введен светодиод LED1, который выступает в качестве индикатора включения устройства. LM317T - это специализированная микросхема, которая выполняет функцию стабилизатора напряжения. Если вы обратитесь к инструкции к данной микросхеме, то увидите, что эта небольшая деталь с тремя выводами содержит в себе целое, совсем не маленькое устройство.

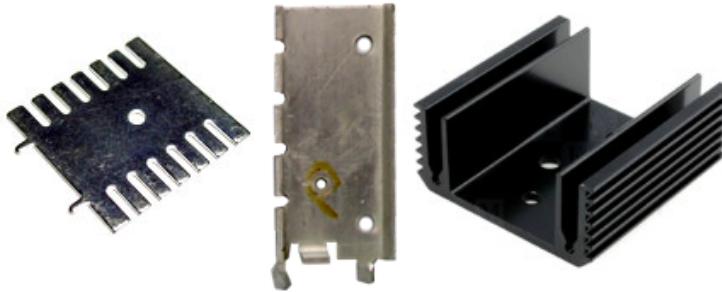


Рис.2. Внешний вид некоторых радиаторов.

В блоке питания можно использовать практически любые, схожие по параметрам детали. Резисторы мощностью 0,25Вт, конденсаторы на напряжение не ниже 35В. Микросхему стабилизатора LM317T необходимо закрепить на радиаторе - кусочке алюминиевой пластины, т.к. при максимальном токе в 1,5 А, она сильно нагревается. Возможный вариант радиатора представлен на Рис.2. На монтажной схеме (Рис.16) предохранитель F1 находится в специальном держателе. **Предохранитель** (обычно выполнен в виде трубочки - керамической или стеклянной) - это защитное устройство, отключающее электрическую цепь от источника питания, если ток в ней превысит допустимое значение. Основа предохранителя - вставка из легкоплавкого металла (включается последовательно с защищаемой цепью), которая плавится при определенном токе.

Как видите, на схеме появилось новое обозначение -  $\ominus$ . Это так называемый **общий провод** (в народе - "земля", в английской версии - GROUND). Все выводы, отмеченные данным обозначением, необходимо соединить вместе. Таким простым решением принципиальная схема избавлена от лишних линий.

Перед включением блока питания в сеть, проверьте ещё раз правильность соединений, отсутствие коротких замыканий. Проверьте полярность подключения электролитических конденсаторов, несоблюдение этого требования, особенно, для C1, может закончиться (после включения устройства в электросеть) взрывом. Подключите мультиметр к выходным гнёздам блока питания, предварительно установив измерение постоянного напряжения. Включив блок питания, должен засветиться светодиод LED1. Покрутите переменный резистор R3. На индикаторе мультиметра должны изменяться показания. Если ничего не происходит или вы почувствовали дым, немедленно выключите устройство и внимательно проверьте все соединения.

Как упоминалось ранее, в блоке питания мы использовали микросхемный стабилизатор, который необходимо прикручивать к радиатору. Для лучшей теплоотдачи нужно использовать теплопроводящую пасту. Она должна быть нанесена между корпусом микросхемы и пластиной алюминия. Паста представляет собой белую вязкую массу. Продается обычно в шприцах.

© 2011 Школа начинающего радиолюбителя с учетом современной электроники (2-е издание)  
Разработчик программного и веб-интерфейса - Владимир Дригалкин aka LENIN INC.  
Все права защищены.

# Глава 3. Собираем свои первые электронные устройства

## Все о печатных платах.

## Основные правила разработки печатных плат.



стеклотекстолита, который покрыт медной пленкой (фольгой). Именно эта пленка превращается позже в проводники. Данный материал бывает односторонним и двусторонним (см. Рис.1). Это значит, что в первом варианте медная пленка нанесена на одной стороне, а во втором - на двух. При разработке различных устройств радиолюбители пользуются обычно двумя способами изготовления печатных плат - прорезанием канавок и травлением рисунка, используя стойкую краску или лак. Первый способ прост, но непригоден для выполнения сложных устройств. Второй - более универсален, но порой пугает радиолюбителей сложностью из-за незнания некоторых правил при проектировании и изготовлении плат. Об этих правилах и пойдет далее речь.

Проектировать печатные платы наиболее удобно в масштабе 1:1 на миллиметровке или другом материале, на котором нанесена сетка с шагом 5 мм. (например, тетрадный лист). Все отверстия под выводы деталей в печатной плате целесообразно размещать в узлах сетки, что соответствует шагу 2,5 мм на реальной плате. С таким шагом расположены выводы у большинства микросхем в пластмассовом корпусе, у многих транзисторов и других радиокомпонентов. Меньшее расстояние между отверстиями следует выбирать лишь в тех случаях, когда это крайне необходимо.

Сначала вам надо примерно расставить детали. В первую очередь рисуете точки под выводы микросхемы, потом располагаете мелкие элементы - резисторы, конденсаторы, а далее более большие - реле и т.п. Их размещение обычно связано с общей конструкцией устройства, определяемой размерами имеющегося корпуса или свободного места в нем. Часто, особенно при разработке портативных приборов, размеры корпуса

определяют по результатам разводки печатной платы. Иногда приходится рисунок печатных проводников перерисовывать несколько раз, чтобы получить желаемый результат - минимизацию и функциональность.

Если микросхем в вашей самоделке не более пяти, все печатные проводники обычно удается разместить на одной стороне платы и обойтись небольшим числом проволочных перемычек, впаиваемых со стороны деталей. Попытки изготовить одностороннюю печатную плату для большего числа цифровых микросхем приводят к резкому увеличению трудоемкости разводки и чрезмерно большому числу перемычек. В этих случаях разумнее перейти к двусторонней печатной плате.

Условимся называть ту сторону платы, где размещены печатные проводники, стороной проводников, а обратную - стороной деталей, даже если на ней вместе с деталями проложена часть проводников. Особый случай представляют платы, у которых и проводники, и детали размещены на одной стороне, причем детали припаяны к проводникам без отверстий. Платы такой конструкции применяют редко. Микросхемы размещают так, чтобы все соединения на плате были возможно короче, а число перемычек было минимальным. В процессе разводки проводников взаимное размещение микросхем приходится менять не раз.

Рисунок печатных проводников аналоговых устройств любой сложности обычно удается развести на одной стороне платы. Аналоговые устройства, работающие со слабыми сигналами, и цифровые на быстродействующих микросхемах независимо от частоты их работы целесообразно собирать на платах с двусторонним фольгированием, причем фольга той стороны платы, где располагают детали, будет играть роль общего провода и экрана. Фольгу общего провода не следует использовать в качестве проводника для большого тока, например, от выпрямителя блока питания, от выходных ступеней, от динамической головки.

Далее можно начинать собственно разводку. Полезно заранее измерить и записать размеры мест, занимаемых используемыми элементами. Резисторы МЛТ-0,125 устанавливают рядом, соблюдая расстояние между их осями 2,5 мм, а между отверстиями под выводы одного резистора - 10 мм. Так же размечают места для чередующихся резисторов МЛТ-0,125 и МЛТ-0,25, либо двух резисторов МЛТ-0,25, если при монтаже слегка отогнуть один от другого (три таких резистора поставить вплотную к плате уже не удастся).

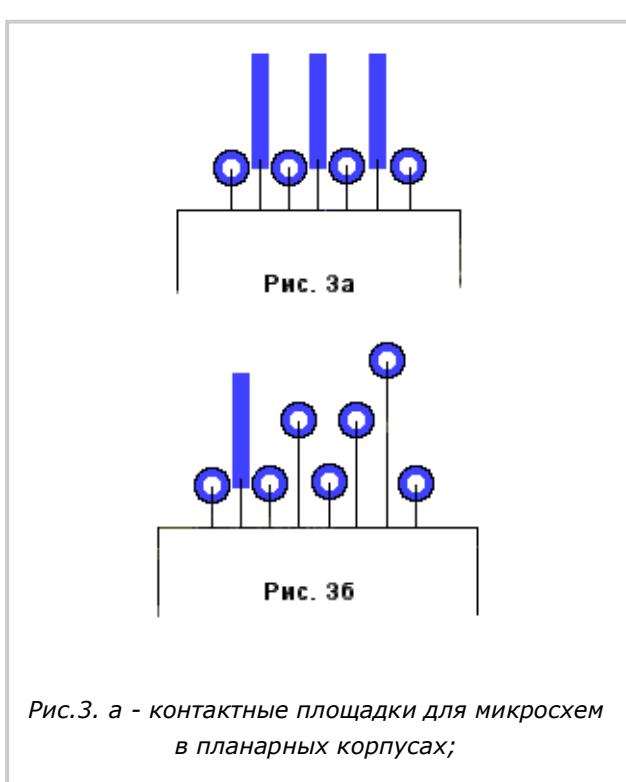
С такими же расстояниями между выводами и осями элементов устанавливают большинство малогабаритных диодов и конденсаторов; не надо размещать бок о бок две "толстые" (более 2,5 мм) детали, их следует чередовать с "тонкими". Если необходимо, расстояние между контактными площадками той или иной детали увеличивают относительно необходимого.

В этой работе удобно использовать небольшую пластину-шаблон из стеклотекстолита или другого материала, в которой с шагом 2,5 мм насверлены рядами отверстия диаметром 1...1,1 мм, и на ней примерять возможное взаимное расположение элементов.

Если резисторы, диоды и другие детали с осевыми выводами располагать перпендикулярно печатной плате, можно существенно уменьшить ее площадь, однако рисунок печатных проводников усложнится. При разводке следует учитывать ограничения в числе проводников, умещающихся между контактными площадками, предназначенными для подпайки выводов радиоэлементов. Для большинства используемых в радиолюбительских конструкциях деталей диаметр отверстий под выводы может быть равен 0,8 мм. Ограничения на число проводников для типичных вариантов расположения контактных площадок с отверстиями такого диаметра приведены на Рис.2 (сетка соответствует шагу 2,5 мм на плате).

Между контактными площадками отверстий с межцентровым расстоянием 2,5 мм пролегти проводник практически нельзя. Однако это можно сделать, если у одного или обоих отверстий такая площадка отсутствует (например, у неиспользуемых выводов микросхемы или у выводов любых деталей, припаиваемых на другой стороне платы). Такой вариант показан на Рис.2 посередине вверху. Вполне возможна прокладка проводника между контактной площадкой, центр которой лежит в 2,5 мм от края платы, и этим краем (Рис.2, справа).

При использовании микросхем, у которых выводы расположены в плоскости корпуса, их можно смонтировать, предусмотрев для этого соответствующие фольговые контактные площадки с шагом 1,25 мм, однако это заметно затрудняет и разводку, и изготовление платы. Гораздо целесообразнее чередовать подпайку выводов микросхемы к прямоугольным площадкам со стороны деталей и к круглым площадкам через отверстия - на противоположной стороне (Рис. 3а, ширина выводов микросхемы показана не в масштабе). Плата здесь - двусторонняя.



Подобные микросхемы, имеющие длинные выводы, можно монтировать так же, как пластмассовые, изгиба выводы и пропуская их в отверстия платы. Контактные площадки в этом случае располагают в шахматном порядке (Рис. 3б).

При разработке двусторонней платы надо постараться, чтобы на стороне деталей осталось возможно меньшее число соединений. Это облегчит исправление возможных ошибок, налаживание устройства и, если необходимо, его модернизацию. Под корпусами микросхем проводят лишь общий провод и провод питания, но подключать их нужно только к выводам

б - контактные площадки для микросхем с длинными выводами;

питания микросхем. Проводники к входам микросхем, подключаемым к цепи питания или общему проводу, прокладывают на стороне проводников, причем так, чтобы их

можно было легко перерезать при налаживании или усовершенствовании устройства.

Если же устройство настолько сложно, что на стороне деталей приходится прокладывать и проводники сигнальных цепей, позаботьтесь о том, чтобы любой из них был доступен для подключения к нему и перерезания.

При разработке радиолюбительских двусторонних печатных плат нужно стремиться обойтись без специальных перемычек между сторонами платы, используя для этого контактные площадки соответствующих выводов монтируемых деталей; выводы в этих случаях пропаивают с обеих сторон платы. На сложных платах иногда удобно некоторые детали подпаивать непосредственно к печатным проводникам.

При использовании сплошного слоя фольги платы в роли общего провода отверстия под выводы, не подключаемые к этому проводу, следует раззенковать со стороны деталей. Обычно узел, собранный на печатной плате, подключают к другим узлам устройства гибкими проводниками. Чтобы не испортить печатные проводники при многократных перепайках, желательно предусмотреть на плате в точках соединений контактные стойки (удобно использовать штыревые контакты диаметром 1 и 1,5 мм). Стойки вставляют в отверстия просверленные точно по диаметру и пропаивают. На двусторонней печатной плате контактные площадки для распайки каждой стойки должны быть на обеих сторонах.

Предварительную разводку проводников удобно выполнять мягким карандашом на листе гладкой бумаги. Сторону печатных проводников рисуют сплошными линиями, обратную сторону - штриховыми, чтобы не путаться. По окончании разводки и корректировки чертежа под него кладут копировальную бумагу красящим слоем вверх и красной или зеленой шариковой ручкой обводят контуры платы, а также проводники и отверстия, относящиеся к стороне деталей. В результате на обратной стороне листа получится рисунок проводников для стороны деталей.

Далее следует вырезать из фольгированного материала заготовку соответствующих размеров и разметить ее с помощью штангенциркуля сеткой с шагом 2,5 мм. Кстати, размеры платы удобно выбирать кратными 2,5 мм - в этом случае размечать ее можно с четырех сторон. Если плата должна иметь какие-либо вырезы, их делают после разметки. Двустороннюю плату размечают со стороны, где проводников больше.

После этого фломастером размечают "по клеточкам" центры всех отверстий, накалывают их шилом и сверлят все отверстия сверлом диаметром 0,8 мм. Для сверления плат удобно пользоваться самодельной

миниатюрной электродрелью. Такую дрель можно купить на радиорынке.

Обычные стальные сверла при обработке стеклотекстолита довольно быстро тупятся; затачивают их небольшим мелкозернистым бруском, не вынимая сверла из патрона. После сверления платы заусенцы с краев отверстий снимают сверлом большего диаметра или мелкозернистым бруском. Плату обезжиривают, протерев салфеткой, смоченной спиртом или ацетоном, после чего, ориентируясь на положение отверстий, переносят на нее нитрокраской рисунок печатных проводников в соответствии с чертежом. Для этого обычно используют стеклянный рейсфедер, но лучше изготовить простой самодельный чертежный инструмент. К концу обломанного ученического пера припаять укороченную до 10...15 мм инъекционную иглу диаметром 0,8 мм. Рабочую часть иглы надо зашлифовать на мелкозернистой наждачной бумаге.

В воронку инструмента каплями заливают нитрокраску и, осторожно взяв ее в губы, слегка дуют для того, чтобы краска прошла через канал иглы. После этого надо лишь следить за тем, чтобы воронка была наполнена краской не менее чем наполовину. Необходимую густоту краски определяют опытным путем по качеству проводимых линий. При необходимости ее разбавляют ацетоном или растворителем 647. Если же надо сделать краску более густой, ее оставляют на некоторое время в открытой посуде.

В первую очередь рисуют контактные площадки, а затем проводят соединения между ними, начиная с тех участков, где проводники расположены тесно. После того, как рисунок в основном готов, следует по возможности расширить проводники общего провода и питания, что уменьшит их сопротивление и индуктивность, а значит, повысит стабильность работы устройства. Целесообразно также увеличить контактные площадки, особенно те, к которым будут припаяны стойки и крупногабаритные детали. Для защиты больших поверхностей фольги от травильного раствора их заклеивают любой липкой пленкой. В случае ошибки при нанесении рисунка не торопитесь сразу же исправлять ее - лучше поверх неверно нанесенного проводника проложить правильный, а лишнюю краску удалить при окончательном исправлении рисунка (его проводят, пока краска не засохла). Острым скальпелем или бритвой прорезают удалаемый участок по границам, после чего его высекают.

Специально сушить нитрокраску после нанесения рисунка не нужно. Пока вы исправляете плату, отмываете инструмент, краска просохнет.

## Глава 3. Собираем свои первые электронные устройства

Все о печатных платах.

### Изготовление печатных плат с помощью лазерного принтера.

Компьютер уже давно стал неотъемлемой частью радиолюбительства. С помощью специальных программ можно производить различные измерения, рисовать принципиальные схемы, разрабатывать печатные платы, и, при наличии лазерного принтера, изготавливать их. Основным достоинством следующего способа создания плат - качество получаемого изделия. Плата будет похожа на заводскую. Кроме этого, вам не придется вручную рисовать проводники, что не очень легко. Описанный ниже способ иногда называют лазерно-утюжным.

Для начала нужно нарисовать плату (если нет уже нарисованной) в одной из специально предназначеннной для этого программ, например, **Sprint-Layout**, а потом распечатать на лазерном принтере. Один из лучших результатов получается на глянцевой фотобумаге LOMOND 120г/м<sup>2</sup>, которая продается для струйников.

Заряжаем бумагу в принтер, выставляем в его свойствах максимальное качество, и смело печатаем на глянцевой стороне. Печатать нужно в зеркальном отображении, чтобы после переноса картинка соответствовала действительности. После печати картинку ни в коем случае нельзя хватать руками и желательно беречь от пыли. Чтобы ничто не мешало соприкосновению тонера и меди. Далее вырезаем рисунок платы точно по контуру.

Теперь займемся текстолитом. В первую очередь его надо хорошенько зашкурить. Тщательно, стараясь содрать весь окисел, желательно круговыми движениями. Немного шершавости не повредит - тонер будет лучше держаться.

После зашкуривания его надо тщательнейшим же образом обезжирить. Сделать это можно кусочков ваты, смочив ее как следует ацетоном или растворителем. Опять же после обезжиривания ни в коем случае нельзя хватать плату пальцами.

Накладываем наш рисунок на плату, естественно тонером вниз. Разогрев утюг на максимум, придерживая бумагу пальцем, хорошенько прижимаем и проглаживаем одну половину. Надо чтобы тонер прилип к меди.

Далее, не допуская сдвижения бумаги, проглаживаем всю поверхность. Давим изо всех сил, полируем и утюжим плату. Стараясь не пропустить ни миллиметра поверхности. Это ответственнейшая операция, от нее зависит качество всей платы. Не бойтесь давить изо всех сил, тонер не поплынет и

не размажется, так как фотобумага толстая и отлично защищает его от расплазания. Гладим до тех пор, пока бумага не пожелтеет. После можно дать плате немного остыть. А затем, схватив пинцетом, суем под воду. И держим некоторое время в воде, при этом сдирая бумагу.

После этого нужно зубной щеткой хорошенъко продраить всю плату, чтобы вычистить остатки глянцевого слоя и частички бумаги. Не бойся, зубной щеткой отодрать хорошо прижаренный тонер практически нереально.

Вытираем плату и даем ей просохнуть. Когда тонер высохнет и станет серым, то будет явно видно, где осталась бумага, а где все чисто. Белесые пленочки между дорожками надо убирать. Можно разрушить их иголкой, а можно содрать зубной щеткой под струей воды. Вообще полезно пройтись щеткой вдоль дорожек.

Под светом яркой лампы внимательно оглядываем слои тонера на разрывы. Дело в том, что при охлаждении он может потрескаться, тогда в этом месте останется узкая трещина. Под светом лампы трещины поблескивают. Эти места стоит подкрасить перманентным маркером для компакт-дисков. Даже если есть лишь подозрение, то лучше все же прокрасить. Этим же маркером можно дорисовать и некачественные дорожки, если таковые возникли.

Когда плата будет готова, то ее можно бросать в раствор для травления. После травления тонер смывается ацетоном или растворителем, сверлятся отверстия, залуживаются проводники и собирается устройство.

© 2011 Школа начинающего радиолюбителя с учетом современной электроники (2-е издание)  
Разработчик программного и веб-интерфейса - Владимир Дригалкин aka LENIN INC.  
Все права защищены.

## Глава 3. Собираем свои первые электронные устройства

Все о печатных платах.

### Травление печатных плат.



Рис. 1. Хлорное железо и медный купорос

Чтобы получить проводники после нанесения рисунка на фольгу платы, следует ее вытравить. Основным эффективным и безопасным материалом для травления служит **раствор хлорного железа**. Для получения раствора нужно насыпать в стакан примерно 3/4 порошка хлорного железа и долить теплой водой. Для травления используйте стеклянную или пластмассовую посуду, например,

фотографическую кювету. Положите плату в раствор рисунком вверх, вся поверхность платы должна быть залита раствором. Процесс травления ускоряется, если сосуд покачивать или подогревать. При травлении образуются ядовитые испарения, поэтому работайте либо в хорошо проветриваемом помещении, либо на открытом воздухе. Периодически проверяйте состояние платы, приподнимая ее для осмотра деревянными или пластмассовыми палочками, металлические инструменты и приспособления для этой цели применять нельзя. Убедившись в том, что фольга в незащищенных местах исчезла полностью, прекратите процесс травления. Поместите плату под струю проточной воды и тщательно промойте, после чего просушите ее при комнатной температуре.

Если вы собираетесь использовать раствор повторно, слейте его в плотно закрывающуюся посуду и храните в прохладном темном месте. Учтите, что при повторном использовании эффективность раствора снижается. При работе с раствором хлорного железа помните, что он не должен попадать на руки и другие открытые части тела, а также на поверхности ванн и раковин, поскольку на последних могут остаться трудно смываемые желтые пятна.

Раствор хлорного железа можно изготовить самостоятельно, если обработать железные опилки соляной кислотой. Возьмите 25 весовых частей 10-процентной соляной кислоты и смешайте с одной весовой частью железных опилок. Смесь в плотно закрытой посуде выдержите 5 суток в темном месте, после чего ее можно использовать. Переливая раствор в сосуд

для травления, не взбалтывайте его: осадок должен осться в той посуде, в которой раствор готовился. Длительность процесса травления платы в растворе хлорного железа зависит от концентрации раствора, его температуры, толщины фольги и обычно составляет 40 - 50 минут.

Растворы для травления плат можно приготовить не только на основе хлорного железа. Более доступным может оказаться для многих радиолюбителей водный **раствор медного купороса** соли. Приготовить его нетрудно - растворите в 500 мл горячей воды 4 столовые ложки поваренной соли и 2 столовые ложки растолченного в порошок медного купороса. Если раствор применять сразу, его эффективность будет невысокой, она значительно повышается после выдержки раствора в течение двух-трех недель. Время травления платы в таком растворе - три часа и более.

Значительного сокращения времени травления можно добиться, используя **растворы на основе кислот**. Процесс травления платы в таком растворе длится всего 5-7 минут. Хорошие результаты дает применение раствора соляной кислоты и перекиси водорода. Для приготовления возьмите 20 частей (по объему) соляной кислоты плотностью 1,19 г/см<sup>3</sup>, 40 частей аптечной перекиси водорода и 40 частей воды. Сначала воду смешайте с перекисью водорода, затем осторожно добавьте кислоту. Хочу предупредить, что рисунок в этом случае надо делать нитрокраской.

Растворы на основе кислот заливайте в стеклянную или керамическую посуду, работайте с ними только в хорошо проветриваемых помещениях. И вообще будьте осторожны с кислотами! В моей практике был случай, когда банка с кислотой, про которую я напрочь забыл, взорвалась в моей тумбочке с деталями, многие из них пришлось выбросить.

Еще существует **способ гальванического травления** плат, но он скорее экзотический, чем применяемый на практике. Для этого потребуется источник постоянного тока напряжением 25-30 В и концентрированный раствор поваренной соли. При помощи зажима крокодил соедините положительный полюс источника с незакрашенными участками фольги платы, а к оголенному и свернутому в петлю концу провода, идущего от отрицательного полюса источника, прикрепите ватный тампон. Последний обильно пропитайте раствором соли и, слегка прижимая к фольге, перемещайте по поверхности платы, движение тампона должно напоминать вырисовывание цифры 8. Фольга при этом будет как бы "смываться". По мере загрязнения тампон меняйте.

## Глава 3. Собираем свои первые электронные устройства

Звуковоспроизводящие устройства.

Простой усилитель мощности звуковой частоты (УМЗЧ).

Каждого радиолюбителя, особенно начинающего, со временем заинтересовывает звуковоспроизведение. Хочется собрать свой собственный усилитель мощности звуковой частоты, например, для звуковой карты компьютера. С приходом новых технологий, усилитель звуковой частоты можно собрать всего на одной микросхеме. И это может быть не просто усилитель, а стереофонический или квадрофонический усилитель.

Как известно звук делится на несколько категорий - моно, стерео, квадро и толи еще будет. Монофонический звук уже давно ушел в прошлое, стереозвук тоже постепенно нас покидает, а вот остальные категории набирают все большую популярность. Технически они называются **Digital Surround** и **Dolby Digital Pro Logic II**. В народе эти категории называют звук 5.1 (5 и 1) или звук 7.1 (7 и 1). Это означает, что звук разделяется на несколько колонок - 6 и 8 соответственно. При этом колонки системы 5.1 имеют 5 сателлитов - маленьких колонок и 1 сабвуфер - большую колонку, а 7.1 - 7 сателлитов и 1 сабвуфер. На сателлиты усилитель звуковой частоты подает сигналы высоких и средних частот, а на сабвуфер - низких частот. Благодаря такому разделению звук получается насыщенным и живым, близким к реальному.

В усилителях звука есть свое сокращение - **УМЗЧ** (усилитель мощности звуковой частоты) или **УНЧ** (усилитель низкой частоты). В последнее время чаще всего используется вторая аббревиатура, так как низкие частоты (басы) - это то, на что в первую очередь ориентируется покупатель при выборе музыкального центра или домашнего кинотеатра.

Итак, приступим к сборке своего первого усилителя. Собирать его мы будем на специализированной микросхеме фирмы Philips - TDA7050. Эта микросхема имеет прекрасные частотные характеристики, защиту от переполюсовки (если вдруг вы неправильно подключите питание - она не сгорит), низкое напряжение питания и потребляемый ток, абсолютная неприхотливость в работе.

Рис. 1а.

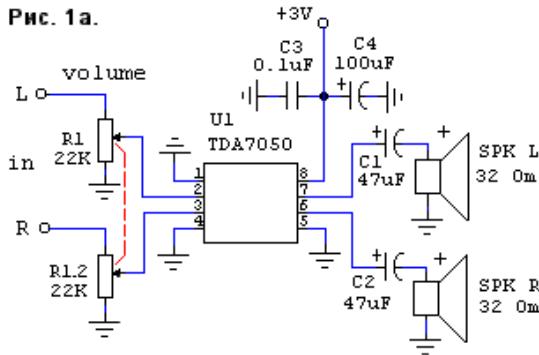


Рис. 1б.

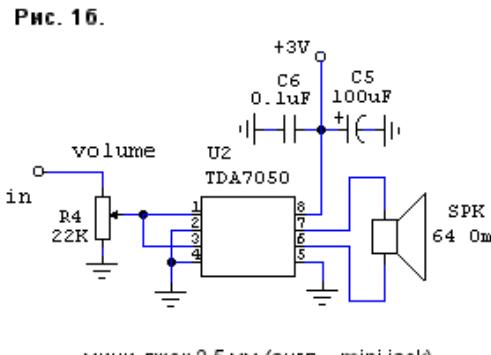
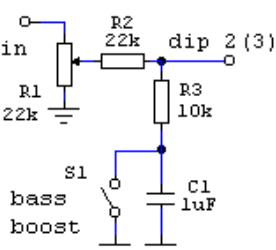


Рис. 1в.



TDA7050

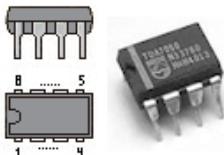


Рис. 1г.

мини-джек 3,5 мм (англ. - mini jack)

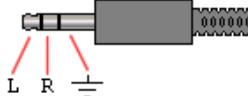
экранированный провод  
L  
R  
оплетка - общий провод

Рис. 1д.

Рис.1. а - принципиальная схема стереоусилителя;  
 б - принципиальная схема усилителя, включеного по мостовой схеме;  
 в - принципиальная схема Bass Boost;  
 г - внешний вид микросхемы TDA7050 и ее распиновка;  
 д - внешний вид экранированного провода;

На Рис.1 показаны две принципиальные схемы усилителей мощности и схема увеличения басов. На Рис.1а. представлен стереофонический усилитель для наушников, на Рис.1б - монофонический (так называемое мостовое включение), но на выходе подключена малогабаритная динамическая головка, что дает более мощный, громкий звук. Вы можете собрать любой из представленных усилителей. Так как питание УНЧ всего 3 вольта (две батарейки по 1.5 вольта, подключенные последовательно), эта микросхема частенько используется в CD-плеерах, правда в другом корпусе, более маленьком. В следующей таблице приведены некоторые технические характеристики усилителей.

#### Технические характеристики усилителей мощности на TDA7050.

Номинальная выходная мощность	2Х75mW, 150mW в мостовом включении
Коэффициент нелинейных искажений не более	10%
Входное сопротивление	2mOm
Сопротивление нагрузки	32Om на стереоканал, 64Om в мостовом включении
Потребляемый ток не более	6mA
Напряжение питания	1,8-6V

Деталей в УНЧ использовано очень мало, на входах усилителей стоят переменные резисторы R1 и R4, которыми регулируется громкость. На Рис.1а для регулирования громкости используется сдвоенный переменный резистор.

Большинство наушников при воспроизведении сигналов сильно ослабляют низкие звуковые частоты. Чтобы компенсировать этот недостаток, многие фирмы вводят в свои изделия системы **Bass Boost**. Для желающих использовать подобное усовершенствование для улучшения качества звучания, на Рис.1в представлена принципиальная схема простого пассивного Bass Boost. На каждый канал соберите по одному такому устройству и подключите к выводам 2 и 3 микросхемы (Рис.1а). Резистором R1 регулируется громкость, переключателем S1 - включение/выключение Bass Boost (на схеме выключено). Переключатель поставьте такой, чтобы включение/выключение эффекта было одновременно для двух стереоканалов. Для усилителя, собранного по мостовой схеме, естественно, понадобится всего одно такое устройство.

УНЧ можно собрать навесным монтажом или на куске картона. При правильной сборке устройство начинает работать сразу. Для того чтобы на скорую руку проверить его работоспособность, подключите к усилителю питание и дотроньтесь пальцем любого из входов (обозначены буквами L, R, в мостовом включении - in). В наушниках или громкоговорителе вы услышите треск - это будет означать работоспособность устройства. А, подключив к входу усилителя линейный выход звуковой платы компьютера или телевизора, вы сможете прослушивать звук на своем УНЧ.

Для подключения источника сигнала (звуковой карты, телевизора и т.п.) к УНЧ используется **экранированный провод**. Это провод, защищенный от наводок фольгой или дополнительными проводниками в виде сетки - экрана. Экранированные провода могут быть одножильные (с одним контактом) и многожильные (два и более контакта). Нам понадобится двухжильный экранированный провод (см. Рис.1д). Здесь же чуть выше представлен штекер миниджек, с помощью которого мы будем подключать наш усилитель к источнику сигнала. Возможно, в вашем варианте нужен будет не джек, а другой штекер. Это зависит от вашего устройства. Главное запомните, что оплетка экранированного провода всегда подключается к общему проводу. Белый вывод экранированного провода был выбран в качестве левого канала (L), а черный - правого (R). Вы можете поменять их местами. Выбор за вами.

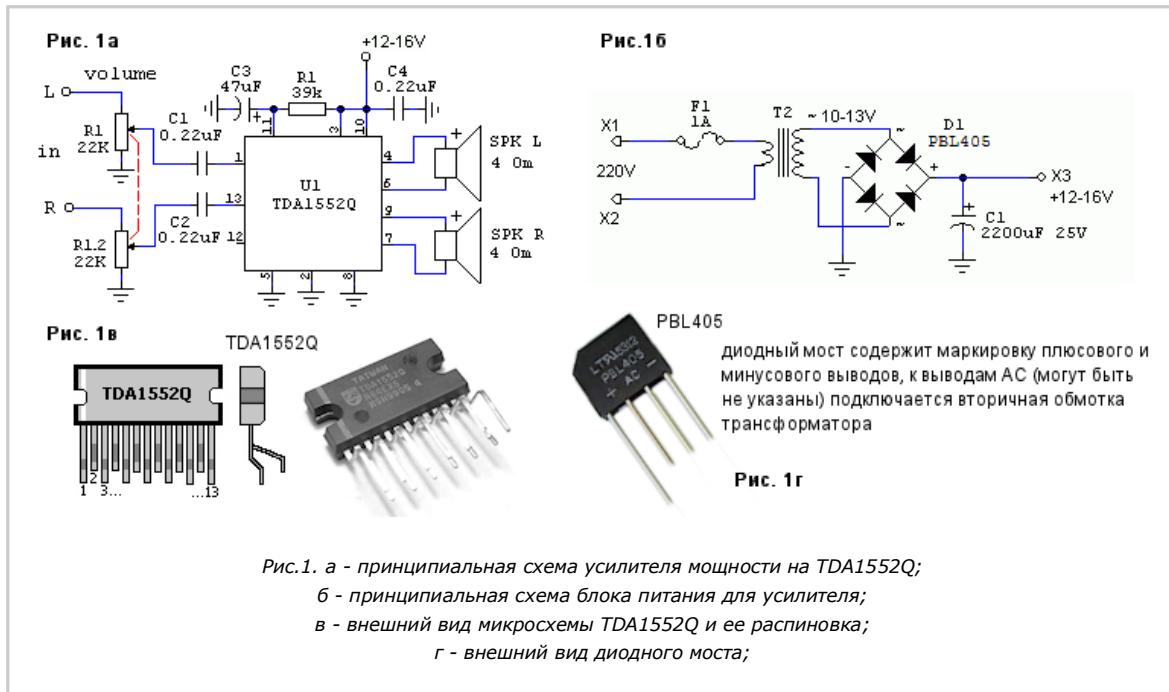
© 2011 Школа начинающего радиолюбителя с учетом современной электроники (2-е издание)  
Разработчик программного и веб-интерфейса - Владимир Дригалкин aka LENIN INC.  
Все права защищены.

## Глава 3. Собираем свои первые электронные устройства

Звуковоспроизводящие устройства.

Мощный УМЗЧ на одной микросхеме.

Простой, надежный и мощный усилитель можно собрать на микросхеме Philips - TDA1552Q. Данный чип содержит встроенный стабилизатор напряжения (значит, будет достаточно выпрямленного напряжение от диодного моста), защиту от перегрева, короткого замыкания в нагрузке, переполюсовки питания. Очень удобен в применении для автомобильных усилителей мощности.



Компонентами С3 и R1 (см. Рис.1а) задается время задержки подключения динамиков, что избавляет их от характерных хлопков при включении питания усилителя. Задержку можно регулировать, изменяя сопротивление резистора или емкость конденсатора.

Технические характеристики усилителя мощности на TDA1552Q.

Номинальная выходная мощность при напряжении питания 14,4V	2Х22W
Коэффициент нелинейных искажений не более	10%
Входное сопротивление	60K
Уровень собственных шумов не более	-80db
Сопротивление нагрузки	4-8 Om
Напряжение питания	6-18V

Внешний вид микросхемы представлен на Рис.1в. Обязательно прикрепите микросхему к радиатору, которым может быть кусок алюминиевой пластины размером 120Х50мм. Чем больше радиатор, тем большую мощность будет отдавать микросхема в нагрузку и меньше перегреваться. Это также избавит микросхему от срабатывания ее внутренней защиты при перегреве. Напряжение питания должно быть не стабилизированным, как уже упоминалось выше, микросхема содержит встроенный стабилизатор напряжения. В качестве источника питания замечательно подходит автомобильный аккумулятор, для питания от него собственно и рассчитана данная микросхема. Но, если вы захотите использовать усилитель в домашнем обиходе, вам понадобится блок питания.

Блок питания усилителя может быть собран по схеме на Рис.16. Вам понадобится сетевая вилка (Х1, Х2) с проводом, предохранитель F1 на ток не более 1А, трансформатор T2 с первичной обмоткой 220В и с вторичной на 10-13В, диодный мост D1 и конденсатор C1 емкостью не ниже 2200 мКФ. И самое важное: провода питания, идущие к микросхеме УНЧ, должны быть скручены, иначе при повышении громкости микросхему будет "заваливать" (на слух - это ужасные искажения).

Так как данный блок питания питается от электрической сети, вы должны быть очень внимательны при подключении всех деталей, и соблюдать правила безопасности. Лучше будет попросить кого-то из взрослых проверить правильность соединения, а потом подключить устройство к сети. Прежде, чем подсоединять блок питания к УНЧ, проверьте тестером напряжение между общим проводом и контактом X3. В этой цепи должно быть не более 17В, т.к. сама микросхема рассчитана на максимальное напряжение 18В.

В качестве громкоговорителей SPK L и SPK R могут использоваться динамики ваттностью не менее 20. Вы можете также подключить колонки от музыкального центра.

© 2011 Школа начинающего радиолюбителя с учетом современной электроники (2-е издание)  
Разработчик программного и веб-интерфейса - Владимир Дригалкин aka LENIN INC.  
Все права защищены.

## Глава 3. Собираем свои первые электронные устройства

Звуковоспроизводящие устройства.

Регулятор громкости, баланса и тембра.

УМЗЧ, который был собран ранее, может только уменьшать или увеличивать громкость, а тембровая окраска остается за пределами слуха. Чтобы решить эту проблему можно собрать высококачественный электронный регулятор громкости, баланса и тембра. С помощью него можно будет добавлять басы или сделать погромче звук тарелок ударной установки, поэтому его чаще называют темброблоком. Регулятор выполнен на специализированной микросхеме TDA1524A. Я не стал изменять фирме Philips, хотя вы можете легко заменить микросхему на полный ее аналог от фирмы RFT - A1524A. Микросхема представляет собой двухканальный (стереофонический) регулятор громкости, баланса и тембра низких и высоких частот. Также есть loudnes (частотная компенсация). Loudnes компенсирует низкие частоты при малом уровне звука. Вы замечали, как при уменьшении громкости в некоторых музыкальных центрах или усилителях очень резко пропадали басы? Это происходит из-за отсутствия частотной компенсации.

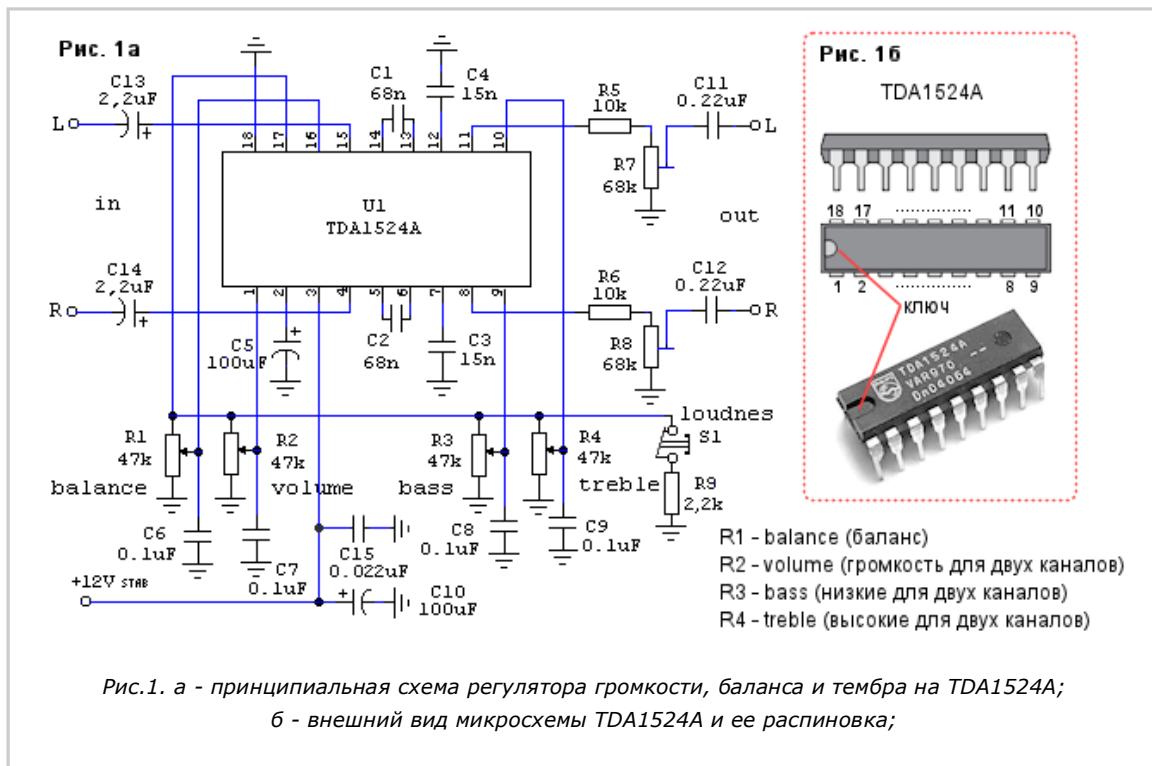


Рис.1. а - принципиальная схема регулятора громкости, баланса и тембра на TDA1524A;  
б - внешний вид микросхемы TDA1524A и ее распиновка;

Регулятор громкости, баланса и тембра представлен на Рис.1. Переменные резисторы R1, R2, R3, R4 можно использовать любые, т.к. все регулировки в данной микросхеме осуществляется электронным способом. Подстрочными резисторами R7 и R8 устанавливается усиление выходного сигнала, кнопка S1, включающая частотную компенсацию регулятора громкости (на схеме выключена), должна быть с фиксацией. Для тех, кто хочет постоянно использовать частотную компенсацию без возможности отключения, могут исключить из схемы элементы S1 и R9.

Технические характеристики регулятора громкости, баланса и

тембра на TDA1524A.

Полоса частот	20-20 000Hz
Регулировка тембра на частоте 40Hz (bass)	-19/+17db
Регулировка тембра на частоте 16Khz (treble)	-15/+15db
Регулировка баланса	-40db
Входное сопротивление	10-60K
Выходное сопротивление	300Om
Регулировка громкости не менее	-80/+21,5db
Коэффициент гармоник не более (искажение сигнала)	0,3%
Относительный уровень шумов не более	-80db
Напряжение питания	6-18V

На Рис.2 показана принципиальная схема регулятора громкости, баланса и тембра вместе с УМЗЧ, собранного нами ранее. Тут же представлен блок питания, который может подпитывать оба устройства.

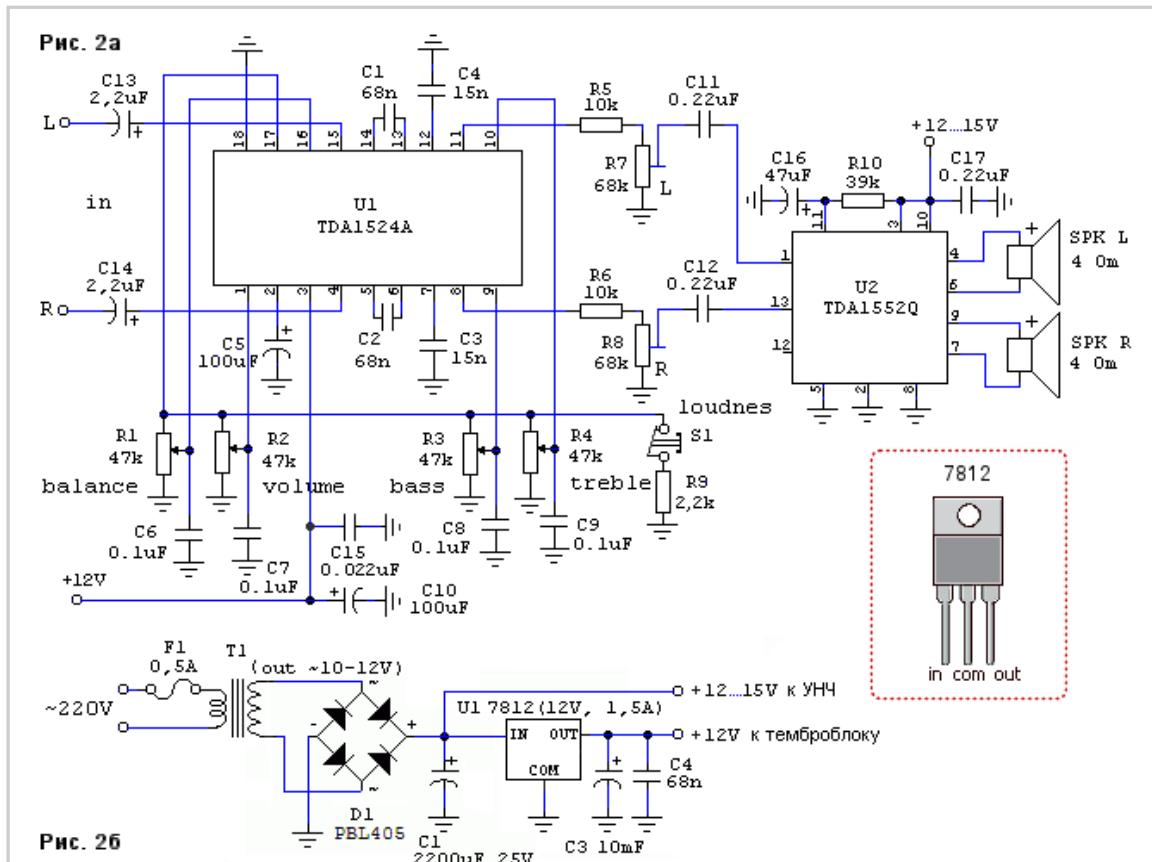


Рис.2. а - принципиальная схема темброблока вместе с УМЗЧ;  
б - принципиальная схема блока питания для темброблока и УМЗЧ;

Темброблок и усилитель собраны на печатной плате (см. Рис.3). Сопротивление R10 расположено со стороны печатных проводников.

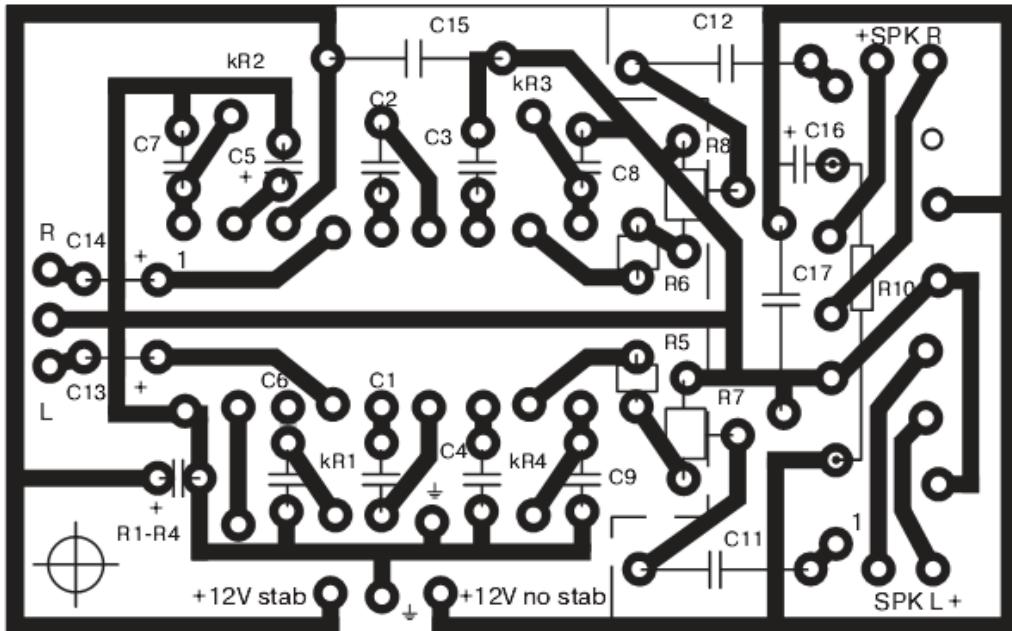


Рис.3. Внешний вид печатной платы темброблока и УМЗЧ

Не забудьте прикрепить к радиатору микросхему U2. Кроме этого, рекомендуется приклеить (например, kleem "Момент") к микросхеме U1 небольшой П-образный радиатор из алюминия, т.к. этот чип тоже иногда греется. Это повысит надежность работы микросхемы и срок ее службы. Хотя, если вы этого не сделаете, это совсем не означает, что микросхема сгорит в скором времени.

Сделаю небольшое отступление по поводу **распиновки чипов**. Каждая микросхема имеет метку, обозначающую первый вывод. Меткой может быть так называемый ключ (см. Рис.16), точка или скошенный угол корпуса. Расположите микросхемы так, чтобы метка была слева, в случае со скошенным углом - он должен быть внизу. Левый нижний вывод будет первым, а далее отсчет идет против часовой стрелки. Такая маркировка выводов используется для большинства микросхем.

## Глава 3. Собираем свои первые электронные устройства

Звуковоспроизводящие устройства.

Индикатор уровня выходного сигнала на светодиодах.

Ни один усилитель, музикальный центр, да любой звуковоспроизводящий комплекс не обходится сейчас без индикатора выходного сигнала. В основе предлагаемого устройства - интегральная микросхема фирмы Samsung - KA2281 (двухканальный пятиразрядный усилитель индикации с логарифмической шкалой). Отличается данное включение микросхемы от типового, только введением дополнительных светодиодов D11 и D12, которые загораются сразу при включении устройства и индицируют готовность к работе.

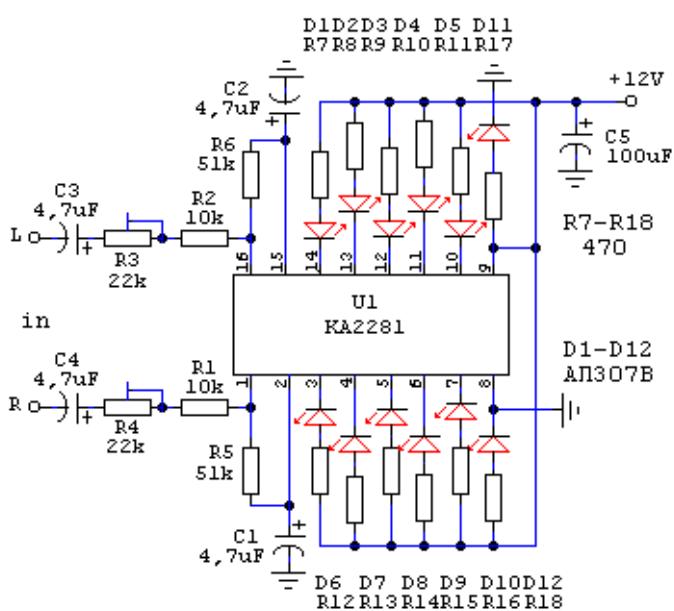


Рис.1. Принципиальная схема индикатора выходного сигнала на KA2281.

Чувствительность индикатора регулируется резисторами R3 и R4 для каждого стереоканала отдельно, а конденсаторами C1 и C2 подстраивается скорость гашения светодиодов.

Зажигание светодиодов начинается с право налево (смотрите схему) для обоих стереоканалов. Для индикации пика сигнала поставьте светодиоды D1 и D6 красного свечения (на схеме все светодиоды AL307B - зеленого свечения). Для данного устройства не разрабатывалась печатная плата, т.к. все детали были собраны в навесном виде. Подключается индикатор к линейному выходу музыкального центра, телевизора, звуковой карты. Если

захотите использовать его в ранее собранном темброблоке с УМЗЧ, подключите входы индикатора к входам микросхемы темброблока в соответствии с каналами, а питание - к стабилизированному источнику на 12В.

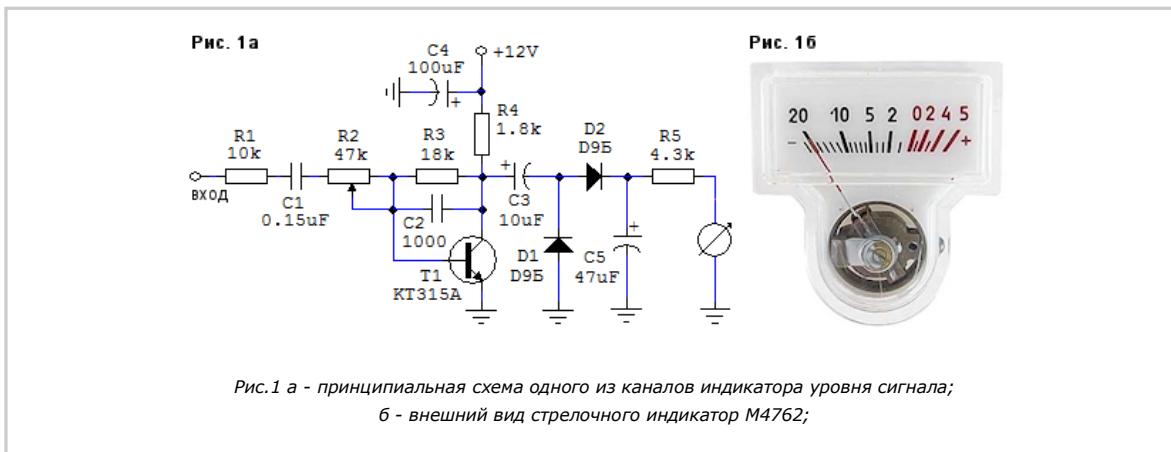
© 2011 Школа начинающего радиолюбителя с учетом современной электроники (2-е издание)  
Разработчик программного и веб-интерфейса - Владимир Дригалкин aka LENIN INC.  
Все права защищены.

## Глава 3. Собираем свои первые электронные устройства

Звукоспроизводящие устройства.

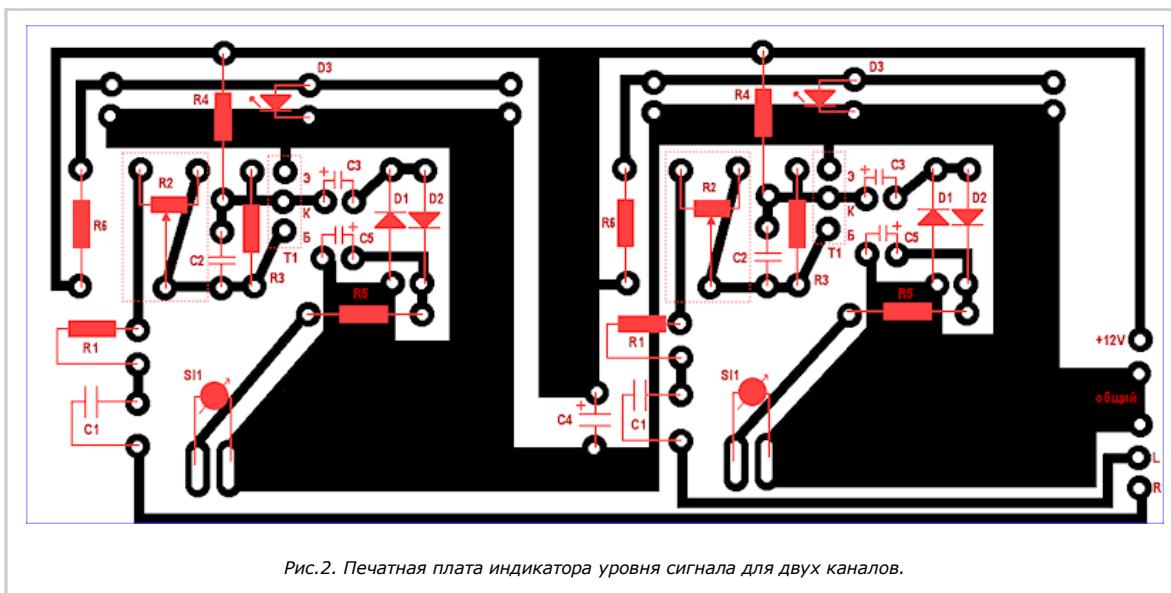
Стрелочный индикатор уровня выходного сигнала.

Сегодня в качестве индикатора уровня выходного сигнала для различной звукоспроизводящей техники используют целые электронные устройства, что отображают не только уровень сигнала, но и другую полезную информацию. Но раньше для этого использовались стрелочные индикаторы, что представляли собой микроамперметр типа М476 или М4762. Хотя сделаю оговорку: сегодня некоторые разработчики так же используют стрелочные индикаторы, хотя выглядят они куда интереснее и отличаются не только подсветкой, но и дизайном. Раздобыть старый стрелочный индикатор сейчас, возможно, проблема. Но у меня была парочка М4762 от старого советского усилителя, и я решил их задействовать.



На Рис.1 представлена схема на один канал. Для стерео нам понадобится собрать два таких устройства. Индикатор уровня сигнала собран на одном транзисторе T1, любом из серии KT315. Для увеличения чувствительности использована цепь удвоения напряжения на диодах D1 и D2 из серии D9. Устройство не содержит дефицитных радиодеталей, поэтому вы можете использовать любые, схожие по параметрам.

Установка показания индикатора, соответствующего номинальному уровню, проводится подстроечным резистором R2. Время интеграции индикатора 150-350 мс, а время обратного хода стрелки, определяемое временем разряда конденсатора C5, составляет 0,5-1,5 с. Конденсатор C4 один для двух устройств. Он используется для сглаживания пульсаций при включении. В принципе от этого конденсатора можно отказаться.



Устройство для двух звуковых каналов собрано на печатной плате размерами 100Х43 мм (см. Рис.2). Тут же монтируются индикаторы. Для удобного доступа к построенным резисторам в плате просверлены отверстия (на рисунке не показаны), чтобы смогла пройти маленькая отвертка для настройки номинального уровня сигнала. Впрочем, только к этому и сводится настройка данного устройства. Возможно, понадобится подобрать резистор R1 в зависимости от силы выходного сигнала вашего устройства. Т.к. с другой стороны платы расположены стрелочные индикаторы, элементы C1, R1 пришлось монтировать со стороны печатных проводников. Эти детали лучше взять как можно миниатюрнее, например, безкорпусные.

© 2011 Школа начинающего радиолюбителя с учетом современной электроники (2-е издание)  
Разработчик программного и веб-интерфейса - Владимир Дригалкин aka LENIN INC.  
Все права защищены.

## Глава 3. Собираем свои первые электронные устройства

Звуковоспроизводящие устройства.

Стереофонический приемник FM-диапазона.

Я не стал отступать от традиции, поэтому следующая конструкция так же будет выполнена на специализированной микросхеме. На этот раз я отдал предпочтение чипу от фирмы Sony - CXA1238S. Он обладает повышенной чувствительностью, экономичностью и отличным встроенным декодером для преобразования принимаемого сигнала в стерео. Данную схему нельзя назвать простой, но с учетом того, что хороший приемник занимал бы куда больше деталей, то эта схема является, наверное, самой оптимальной, как по качеству, так и по надежности.

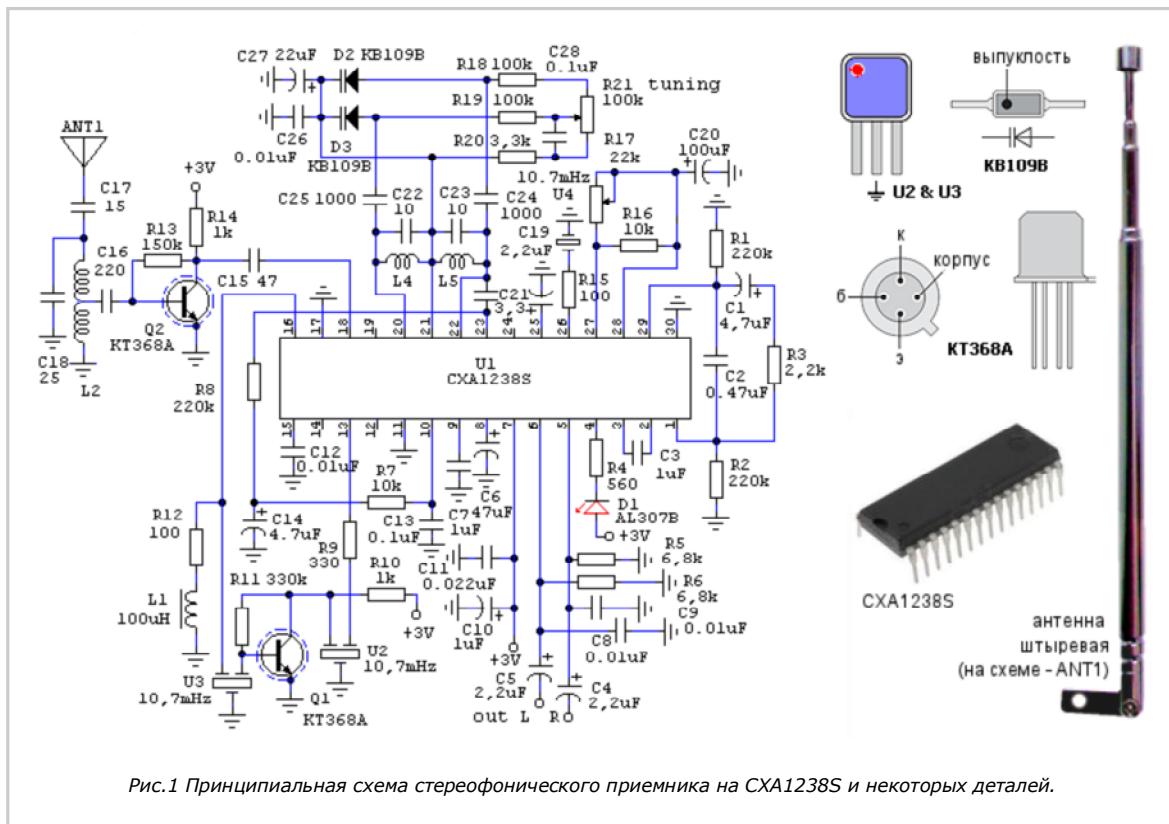


Рис.1 Принципиальная схема стереофонического приемника на CXA1238S и некоторых деталей.

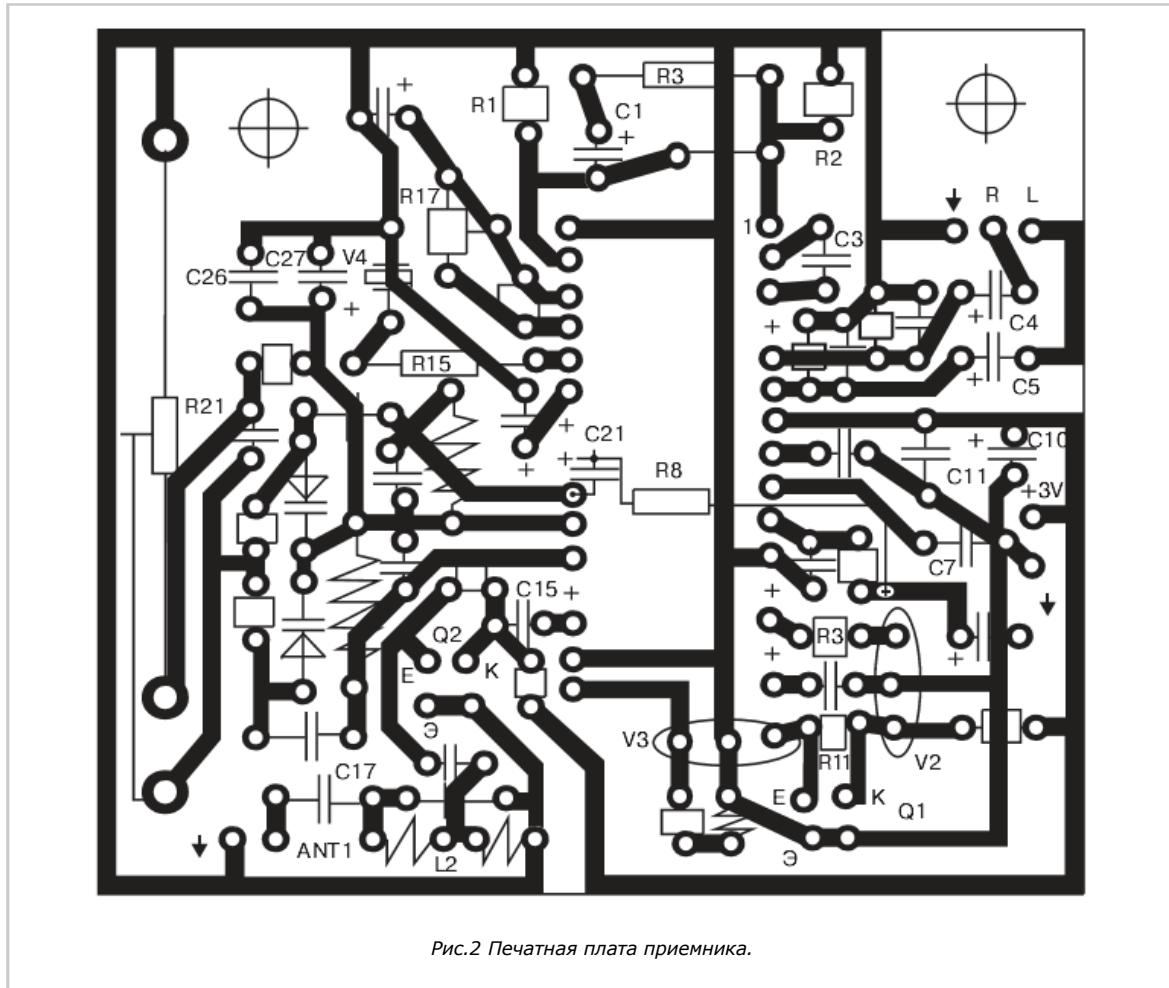
Конструкция не содержит дефицитных и дорогих деталей, а также трудоемких в изготовлении катушек. Работает на частотах в пределах 88...108Mhz. Приемник сохраняет полную работоспособность при снижении напряжения питания до 1,9В, а потребляемый устройством ток настолько мал, что при питании от двух батареек, он сохранит свою работоспособность в течение месяца. Сигналы левого и правого стереоканалов формируются на выводах 6 и 5 микросхемы U1 соответственно.

Обратите внимание: вокруг некоторых транзисторов идет пунктирная линия - это корпус, один из выводов транзистора. Чаще всего этот вывод подключают к общему проводу или оставляют не подключенным.

Предлагаемый приемник не критичен ни к типам, ни к номиналам входящих в него элементов. Можно использовать резисторы любых типов с допуском не хуже  $\pm 20\%$ , оксидные конденсаторы лучше импортные малогабаритные, остальные конденсаторы керамические. Пьезокерамические фильтры любые широкополосные, малогабаритные, применяются во всех приемниках с УКВ диапазоном. Внешний вид Фильтров U2 U3 изображен на Рис.1. Средний вывод подключается к общему проводу, остальные - без разницы. Фильтр U4 похож на предыдущие, но имеет два вывода и окрашен в светло-коричневый цвет. Транзистор Q1 - KT368A, KT368B, KT3102 с буквенными индексами от А до Е. Транзистор Q2 - KT368A, KT368B, KT339 или KT399 с любыми буквенными индексами. Индуктивность дросселя L1 может быть в пределах от 22 до 220mкН (яставил на

100mH). Дроссель с такой индуктивностью можно приобрести готовый. Катушки L2, L4 и L5 бескаркасные с внутренним диаметром 3mm. Катушка L2 имеет 8 витков с отводом от середины (для удобного монтажа я намотал две катушки по 4 витка каждая). Катушка L4 содержит 6 витков, L5 - 5 витков. Точное число витков зависит от длины и расположения дорожек, ведущих к катушкам на печатной плате, и уточняется при настройке. Обычно катушки наматывают на какой-то трубке нужного диаметра, а потом вытаскивают ее. В итоге вы получаете бескаркасную катушку.

Переменный резистор R21 многооборотный (то есть очень точный), им настраивается приемник на радиостанцию. Размеры печатной платы 52X46mm. Резистор R8 и конденсатор C21 припаиваются со стороны печатных проводников. Приемник с антенной соединен экранированным проводом. Возле антенны экран обрывается, а "горячая" жила соединяется с антенной.



© 2011 Школа начинающего радиолюбителя с учетом современной электроники (2-е издание)  
Разработчик программного и веб-интерфейса - Владимир Дригалкин aka LENIN INC.  
Все права защищены.

## Глава 3. Собираем свои первые электронные устройства

Электричество - друг человека.

Подсветка для выключателя.

Приходя вечером домой, в полной темноте начинаешь искать выключатель в коридоре, чтобы включить свет и не задеть при этом зеркало или какой-нибудь предмет. Наверное, многие сталкивались с этим. Данная схема позволяет решить эту проблему. Теперь ваш выключатель в коридоре будет подсвечиваться при выключенном состоянии, а при включенном подсветка будет гаснуть. Самоделка постоянно подключена к электросети, но при этом не потребляет много электроэнергии и совершенно безопасна.

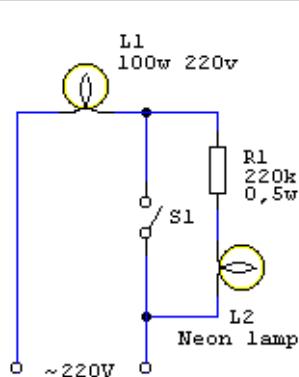


Рис.1. Принципиальная схема подсветки для выключателя.

Схема предлагаемого устройства собрана всего из двух деталей. В ее основе (см. Рис.1) - неоновая лампа L2. При выключенном светильнике ток проходит через нить накала его (светильника) лампы L1 и через сопротивление R1, на котором гаситься больше половины напряжение, и поступает на неонку L2. При этом неоновая лампа светиться. Как только контакты выключателя S1 замыкаются, неонка гаснет и включается светильник в коридоре.

Неоновая лампа любая, лучше импортного производства (она меньше размером). Сопротивление может отличаться от номинального, от него зависит яркость свечения неонки: чем больше сопротивление - тем меньше яркость и наоборот. Мощность сопротивления резистора не менее 0.25 Вт. Устройство подключается параллельно контактам выключателя и размещается прямо в нем. Где сделать отверстие для неонки в выключателе решать вам. Данное схемотехническое решение потребляет минимум электроэнергии, ну может, сделает счетчик один оборот в месяц в пользу неонки.

Будьте предельно внимательны при сборке устройства! Перед подключением самоделки к электричеству попросите взрослых проверить правильность всех соединений.

© 2011 Школа начинающего радиолюбителя с учетом современной электроники (2-е издание)  
Разработчик программного и веб-интерфейса - Владимир Дригалкин aka LENIN INC.  
Все права защищены.

## Глава 3. Собираем свои первые электронные устройства

Электричество - друг человека.

Фазометр своими руками.

Прежде чем приступать к описанию этой конструкции, давайте разберемся, что же такое фазометр? Мы знаем, что в электрической сети напряжение постоянно меняется, от чего и появилось название переменное напряжение. Но это еще не все: в электророзетке один из выводов является землей, а другой фазой. При проведении электромонтажных работ зачастую приходится выявлять фазный провод сети. Без индикатора фазы сделать это не удастся. Простейший индикатор, предлагаемый вашему вниманию, состоит из последовательно соединенных неоновой лампы и токоограничительного резистора сопротивлением несколько сотен килоом. В принципе такой фазометр можно приобрести в магазине инструментов за небольшую цену, оформлен он в виде отвертки и имеет прозрачную ручку. Мы также не будем отступать от традиций (см. Рис.1).

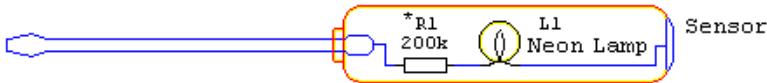


Рис.1. Принципиальная схема фазометра внутри отвертки.

Свободный вывод лампы соединен с сенсорным контактом - небольшим кусочком медной или любой другой пластины, к которой можно легко припаять вывод неоновой лампы. Держась пальцем за контакт, жалом отвертки, к которому подключен резистор, касаются проверяемых цепей. Если пробник подключают к фазному проводу, через элементы пробника и тело человека протекает небольшой ток, которого достаточно, чтобы лампа зажглась. Недостаток у такого устройства - слабое свечение неоновой лампы, которое практически не видно при ярком освещении. Поэтому постарайтесь закрыть лампу от света, оставив небольшое окошечко, через которое можно будет легко заметить свет. Корпус отвертки не должен проводить ток. Сделайте его, например, из пластмассового маркера.

В устройстве можно использовать любую неоновую лампу, резистор ваттностью 0,25 Вт. Уменьшением сопротивления резистора R1 можно увеличить яркость свечения лампы, но не рекомендуется снижать его менее 150 кОм, а то будете чувствовать прохождения по телу электрического тока...

# Глава 3. Собираем свои первые электронные устройства

## Электричество - друг человека.

## Искатель скрытой проводки.

Определить место прохождения скрытой электрической проводки в стенах помещения поможет сравнительно простой искатель, выполненный на трех транзисторах (см. Рис.1). На двух биполярных транзисторах (Q1, Q3) собран мультивибратор, а на полевом (Q2) - электронный ключ. Принцип действия искателя основан на том, что вокруг электрического провода образуется электрическое поле - его и улавливает искатель.

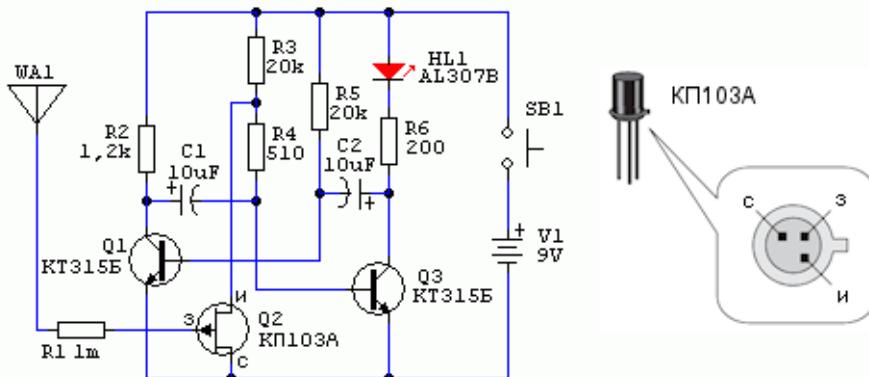


Рис.1. Принципиальная схема искателя скрытой проводки и цоколевки полевого транзистора серии КП103.

Если нажата кнопка выключателя SB1, но электрического поля в зоне антенного щупа WA1 нет либо искатель находится далеко от сетевых проводов, транзистор Q2 открыт, мультивибратор не работает, светодиод HL1 погашен. Достаточно приблизить антенный щуп, соединенный с цепью затвора полевого транзистора, к проводнику с током либо просто к сетевому проводу, транзистор VT2 закроется, шунтирование базовой цепи транзистора Q3 прекратится и мультивибратор вступит в действие. Начнет вспыхивать светодиод. Перемещая антенный щуп вблизи стены, нетрудно проследить за пролеганием в ней сетевых проводов. Прибор позволяет отыскать и место обрыва фазного провода. Для этого нужно включить в розетку нагрузку, например настольную лампу, и перемещать антенный щуп прибора вдоль проводки. В месте, где светодиод перестает мигать, нужно искать неисправность.

Полевой транзистор может быть любой другой из указанной на схеме серии, а биполярные - любые из серий КТ312, КТ315. Все резисторы - МЛТ-0,125, светодиод также любой из серии АЛ307, источник питания - батарея "Крона" либо аккумуляторная батарея напряжением 6...9 В. Антенным щупом

может быть отрезок толстого (5 мм) высоковольтного провода, используемого в телевизоре. Длина отрезка 80..100 мм.

Если при поиске места обрыва фазного провода чувствительность прибора окажется чрезмерной, ее нетрудно снизить уменьшением длины антенного щупа. Искатель можно применять и для контроля работы системы зажигания автомобилей. Поднося антенный щуп искателя к высоковольтным проводам, по миганию светодиода определяют цепи, на которые не поступает высокое напряжение, или отыскивают неисправную свечу зажигания.

© 2011 Школа начинающего радиолюбителя с учетом современной электроники (2-е издание)  
Разработчик программного и веб-интерфейса - Владимир Дригалкин aka LENIN INC.  
Все права защищены.

## Глава 3. Собираем свои первые электронные устройства

Электричество - друг человека.

Блок питания для электромеханических часов.

Следующая схема будет полезна для тех, у кого есть дома электромеханические часы. При наличии напряжения в сети часы питаются от нее во время положительных полупериодов, а во время отрицательных полупериодов (когда в сети нет напряжения) - энергией, запасенной аккумулятором G1 и конденсатором C3. При пропадании сетевого напряжения источником питания становится только аккумулятор, энергии которого хватит на несколько суток и даже недель непрерывной работы часов - в зависимости от значения потребляемого ими тока.

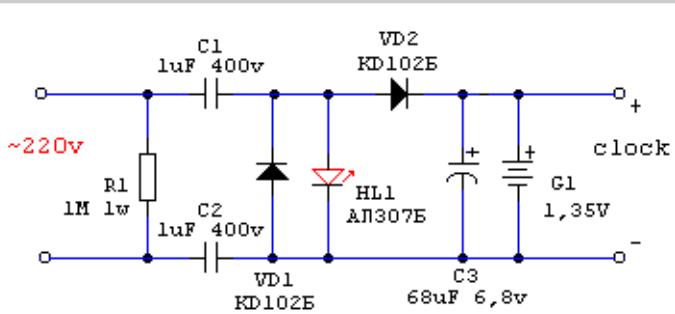


Рис.1. Принципиальная схема блока питания електромеханических часов.

Конденсаторы C1 и C2 выполняют функцию балластных, гасящих избыточное напряжение сети. Помните, как в блоке питания, - мы гасили избыток напряжения с помощью трансформатора. Тут мы гасим его с помощью конденсаторов. Данная конструкция не имеет полной развязки от сети, поэтому во время ее работы не дотрагивайтесь до деталей. Помните о правилах безопасности! При отрицательной полуволне сетевого напряжения на верхнем (по схеме) проводе диод VD1 открывается и через него будут заряжаться конденсаторы C1 и C2. При положительных же полуволнах конденсаторы станут перезаряжаться, ток потечет, в первую очередь, через открытый диод VD2 и начнет подзаряжаться аккумулятор G1 и конденсатор C3. Напряжение полностью заряженного аккумулятора будет не менее 1.35В, а на светодиоде HL1 - около 2В. Поэтому светодиод начнет открываться и тем самым ограничивать зарядный ток аккумулятора. Следовательно, аккумулятор постоянно будет в заряженном состоянии. Резистор R1 служит для разрядки конденсаторов C1 и C2 при отключении устройства от сети.

Конденсаторы C1 и C2 - пленочные на номинальное напряжение не менее 300В, C3 - электролит (желательно танталовый). Диоды VD1 и VD2 - любые выпрямительные малогабаритные. Светодиод HL1 надо отобрать

такой, у которого прямое напряжение при токе 10 мА составит 1.9...2.1  
В. Аккумулятор - никель-кадмийевый Д-0.1, лучше Д-0.125.

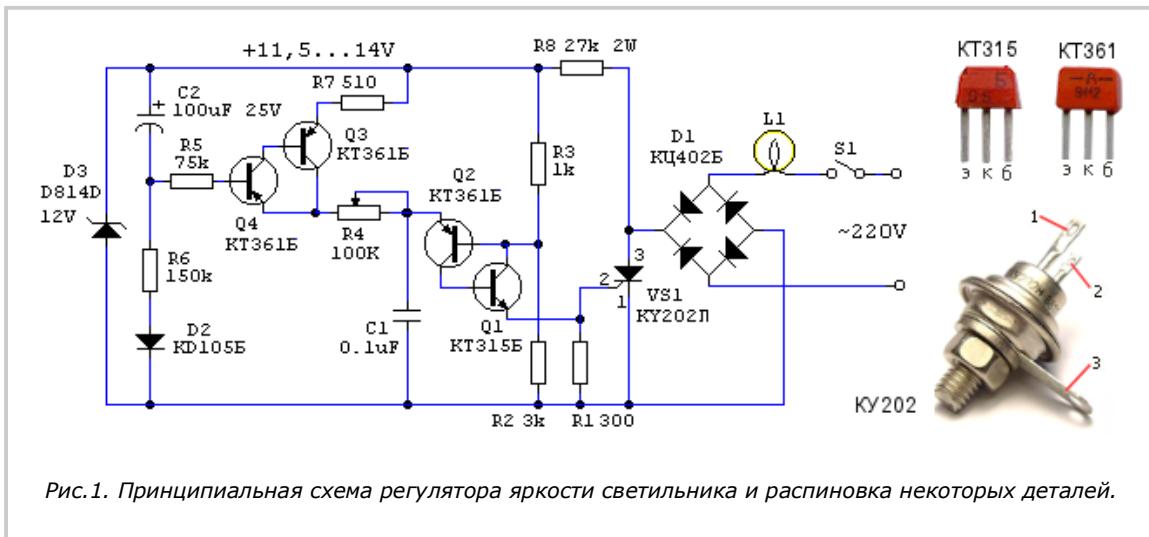
© 2011 Школа начинающего радиолюбителя с учетом современной электроники (2-е издание)  
Разработчик программного и веб-интерфейса - Владимир Дригалкин aka LENIN INC.  
Все права защищены.

## Глава 3. Собираем свои первые электронные устройства

## Электричество - друг человека.

## Регулятор яркости светильника.

Регуляторы яркости свечения электроосветительных приборов, будь то промышленного изготовления или самодельные, все шире вторгаются в наш домашний быт. И это не случайно. Взять, к примеру, бра. Если этот настенный светильник снабдить таким регулятором, то его можно использовать даже в качестве ночника.



Любительский регулятор яркости, схему которого вы видите на рисунке 5, позволяет осуществить все это. Он, кроме того, обеспечивает в течение 5...10 с плавное нарастание яркости стечения электролампы до заранее установленного уровня. Такой режим включения светильников продлевает срок службы электроламп. В предлагаемом устройстве используется так называемый фазоимпульсный способ регулирования среднего тока через нагрузку. Он изменяется благодаря тому, что нагрузка-светильник подключается к сети не непосредственно, а электронным ключом через некоторое время после появления очередной полуволны сетевого напряжения. Изменяя это время, потребляемую нагрузкой от сети мощность можно регулировать практически от нуля до максимума. Для лампы светильника это означает изменение яркости ее свечения. Функцию электронного ключа выполняет триистор VS1. Ручная регулировка яркости свечения лампы L1 (светильника) осуществляется переменным резистором R4 - чем меньше его сопротивление, тем ярче светится лампа.

Лампа L1 (220V 100W) собственно и является светильником. Все резисторы на 0,25W, кроме R8, который на 2W. При монтаже расположите этот резистор в 2mm над поверхностью платы, чтобы не нагревались остальные детали. Конденсатор C1 пленочный, триистор КУ202Л можно заменить на КУ202К, КУ202М, КУ202Н. Соблюдайте условия его включения в схеме.

В корпусе, в котором вы разместите устройство, обязательно просверлите отверстия для вентиляции, т.к. элементы R8 и VS1 в процессе работы немного нагреваются.

© 2011 Школа начинающего радиолюбителя с учетом современной электроники (2-е издание)  
Разработчик программного и веб-интерфейса - Владимир Дригалкин aka LENIN INC.  
Все права защищены.

## Глава 4. Подборка принципиальных схем. Эффективный предварительный усилитель.

Предварительные усилители используют для раскачки входного сигнала, подаваемого на УНЧ. Например, у вас есть усилитель мощности, но, подключая к нему микрофон, вы не получаете от него всех возможной мощности. Поставив между магнитофоном и УНЧ предусилитель, вы увеличите громкость звука.

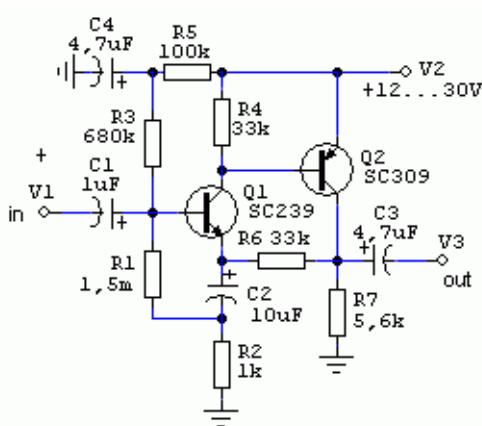


Рис.1. Принципиальная схема предварительного усилителя.

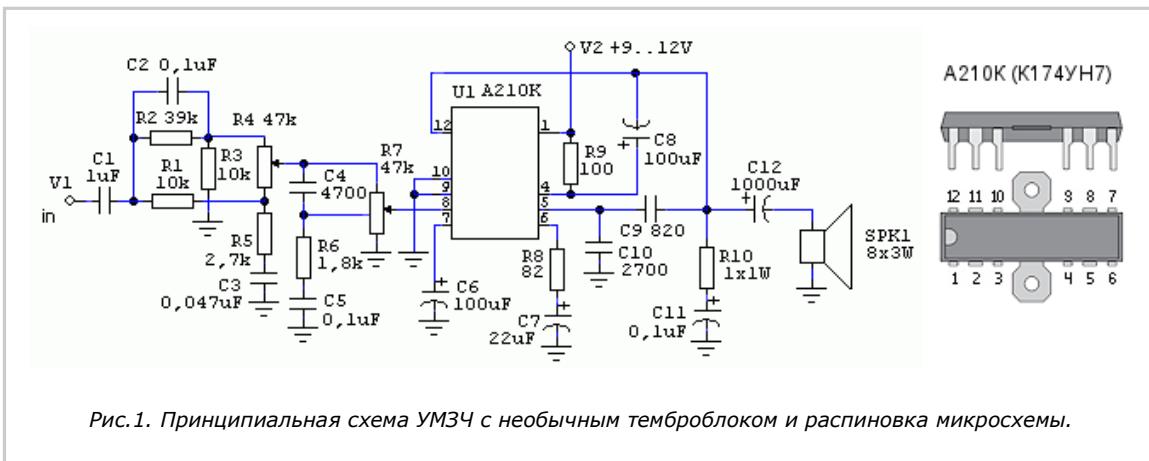
Простой двухкаскадный предусилитель на комплементарной паре транзисторов (см. Рис.1) обеспечивает усиление по напряжению в 32 раза (30 дБ). Оно зависит от соотношения сопротивлений резисторов R6 и R2. Варьируя величину R2, изменяют усиление в большую или в меньшую сторону.

Вместо указанных на схеме транзисторов можно применить отечественные аналоги, например КТ3102, КТ3342, КТ315 (n-p-n) и КТ3107, КТ209, КТ361 (p-n-p) и КТ3107. КТ209, КТ361 (p-p-p) с любыми буквенными индексами, но с возможно большим значением коэффициента усиления по току.

## Глава 4. Подборка принципиальных схем.

### УМЗЧ с необычным темброблоком.

Интересный усилитель мощности звуковой частоты с необычным темброблоком можно собрать по схеме на Рис.1. В основе схемы микросхема A210K.



Регулятор громкости и тембра состоит всего из двух переменных резисторов: частотнокомпенсированного регулятора громкости R7 и тембра R4. В крайнем верхнем положении движка R4 подчеркиваются высшие частоты, в нижнем - низшие. В среднем положении движка АЧХ линейна; Мощность усилителя при напряжении питания 9 В - около 0,5 Вт, а при 12 В достигает 2 Вт. Аналог микросхемы A210K - отечественный чип - K174УН7. Переменный резистор R7 с отводом от середины. Да, есть и такие, найти сложно.

© 2011 Школа начинающего радиолюбителя с учетом современной электроники (2-е издание)  
Разработчик программного и веб-интерфейса - Владимир Дригалкин aka LENIN INC.  
Все права защищены.

# Глава 4. Подборка принципиальных схем. Музыкальный квартирный звонок.

Сейчас уже никто не удивляется, если при нажатии на звонковую кнопку, расположенную у входной двери квартиры, вместо привычного "тр...р" или "динь-дон" раздается фрагмент популярного музыкального произведения или голоса животных и птиц. На прилавках магазинов, торгующих бытовой электроникой, имеется много вариантов отечественных и зарубежных музыкальных звонков, которые часто бывают даже дешевле обычных электромеханических. Большинство отечественных звонков строятся на основе микросхем серии УМС-7 или УМС-8, включенных по почти типовой схеме. В радиолюбительской литературе неоднократно описывались недостатки типовой схемы (резкий звук, вызванный импульсным характером выходного сигнала, при кратковременном нажатии на кнопку "пуск" первая мелодия звучит не до конца, и др.) и предлагались усовершенствованные варианты схемы включения. На Рис.1 показана схема еще одного варианта такого звонка.

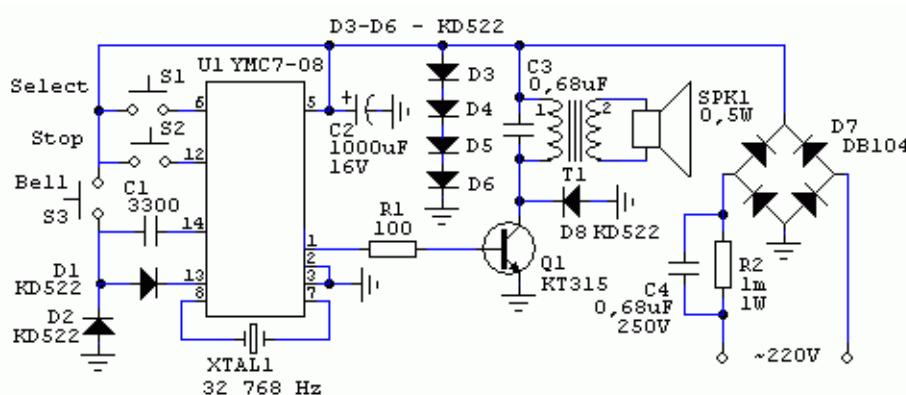


Рис.1. Принципиальная схема музыкального квартирного звонка.

Отличие от типовой в том, что звучание стало более спокойным и мягким и при кратковременном нажатии на кнопку S3 (Bell) устройство полностью проигрывает музыкальный фрагмент. Резкость звука звонка, включенного по типовой схеме вызвана тем, что на динамическую головку, включенную в коллекторную цепь выходного транзисторного ключа, поступают однополярные прямоугольные импульсы тока. При том, такой сигнал богат высокочастотными гармониками, которые входя в резонанс с катушкой динамика и его механической системой, а также акустическим оформлением, придают музыкальному фрагменту не свойственную ему окраску. Кроме того, ток протекающий через звуковую катушку динамика содержит постоянную составляющую, которая смещает диффузор и уменьшает громкость звучания. В промежутках между различными участками музыкального фрагмента появляются громкие и резкие щелчки, вызванные перепадом этой

постоянной составляющей. Кроме того, работа транзистора в ключевом импульсном режиме на низкоомную нагрузку приводит к тому, что сопротивление транзистора в режиме насыщения оказывается значительно большим чем звуковой катушки динамической головки. Поэтому, значительная часть энергии тратится на нагревание транзистора, а не на раскачку диффузора.

Эти недостатки можно устранить, если динамик подключить к выходу транзисторного каскада через согласующий трансформатор (T1), имеющий высокоомную первичную обмотку (1) и низкоомную вторичную (2). Кроме того, включив параллельно первичной обмотке конденсатор (C3) мы получаем колебательный контур, настроенный на среднюю частоту музыкальных фрагментов. Наличие трансформатора согласует низкоомную катушку динамика с относительно высокоомным выходом ключа, а наличие резонансного контура сглаживает прямоугольные импульсы, делая их более близкими к синусоидальным и подавляя ненужные высокочастотные гармоники. Поскольку добротность контура не высокая, воспроизводятся все ноты, заложенные в музыкальный автомат. Наличие резонанса в контуре приводит к тому, что напряжение на первичной обмотке трансформатора получается немного выше напряжения питания микросхемы, и это приводит к увеличению громкости звука.

Второй дефект типовой схемы состоит в том, что при кратковременном непродолжительном нажатии на кнопку "Bell" мелодия звучит не до конца. Дело в том, что время звучания в этом случае определяется не продолжительностью музыкального фрагмента, а емкостью конденсатора блокирующего пусковую кнопку. В схеме, показанной на рисунке 1, с инверсного выхода микросхемы (вывод 14) импульсы через C1 поступают на детектор на D1 и D2, поэтому на 13-м выводе микросхемы будет присутствовать единица все время, пока звучит музыкальный фрагмент.

Питается музыкальный звонок от бестрансформаторного источника питания на выпрямителе D7 и параметрическом стабилизаторе, состоящем из цепочки диодов D3-D6, на которых вместе падает 2-2,5В и гасящего реактивного сопротивления конденсатора С4. Конденсатор С2 сглаживает пульсации полученного постоянного тока. Трансформатор T1, как уже говорилось ранее должен иметь высокоомную первичную обмотку и низкоомную вторичную. Это можно проверить тестером. Устройство не нуждается в налаживании, разве что конденсатором С3 можно подстроить желаемый тембр звучания.

## Глава 4. Подборка принципиальных схем. Простая новогодняя гирлянда.

На сегодняшний день существует масса интересных елочных гирлянд, которые мигают, по-разному переливаются. И стоят они относительно не дорого. Но ничего нет лучше, чем собрать гирлянду самому. Пусть она будет менее функциональна, но знать, что это сделано собственными руками - это, признайтесь себе, приятно. Предлагаемое устройство (см. Рис.1) предназначено для управления гирляндой. Оно не требует налаживания и начинает работать сразу после включения питания.

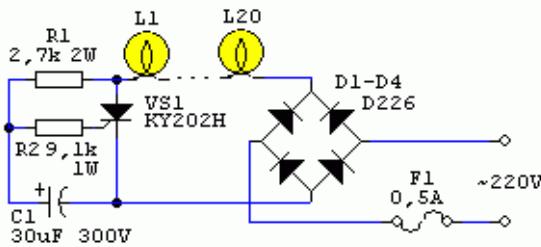


Рис.1. Принципиальная схема простой новогодней гирлянды.

В устройстве можно использовать следующие детали: диоды любого типа на ток не менее 300 мА и напряжение 250...300 В, например, старые серии Д7, Д226, Д237, или один диодный блок КЦ402, КЦ405, КЦ410 с любым буквенным индексом; тиристор - с такими же рабочими характеристиками, например, КУ201К, КУ201Л, КУ202К - КУ202Н, КУ208В, КУ208Г, ТС122-8, ТС122-9.

Гирлянду лучше всего составить из 20 ламп на напряжение по 12В или из 10 ламп на напряжение по 26В. Остальные детали - любого типа. Частоту включения гирлянды можно изменять, увеличивая или уменьшая емкость конденсатора.

## Глава 4. Подборка принципиальных схем.

### Универсальное зарядное устройство.

Предлагаемое устройство (см. Рис.1) предназначено для зарядки любого количества никель-кадмийевых аккумуляторов. Достигается это изменением подачи определенного входного напряжения +VCC на данное устройство.

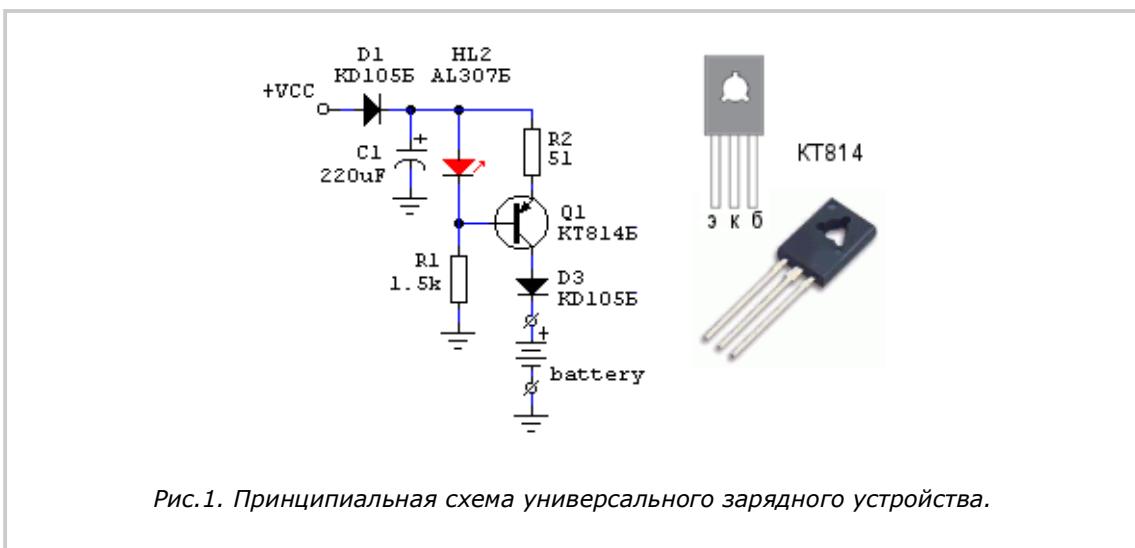


Рис.1. Принципиальная схема универсального зарядного устройства.

Входное напряжение должно быть больше суммы заряжаемых аккумуляторов на 2V, т.е., если вы заряжаете два аккумулятора, каждый естественно является носителем 1,5V (а это в общем 3V), подаваемое входное напряжение должно быть 5V. Устройство не критично к подбору компонентов, главное, чтобы диоды были способны выдержать зарядный ток. Резисторы на схеме ваттностью 0,25W, транзистор KT814 можно заменить на KT816. В процессе зарядки светодиод HL2 горит, по окончании - гаснет.

## Глава 4. Подборка принципиальных схем.

### Цифровые электронные часы.

Цифровые электронные часы (см. Рис.1), предлагаемые вашему вниманию, собраны на хорошо известном для радиолюбителей комплекте микросхем - К176ИЕ18 (двоичный счетчик для часов с генератором сигнала звонка), К176ИЕ13 (счетчик для часов с будильником) и К176ИД2 (преобразователь двоичного кода в семисегментный).

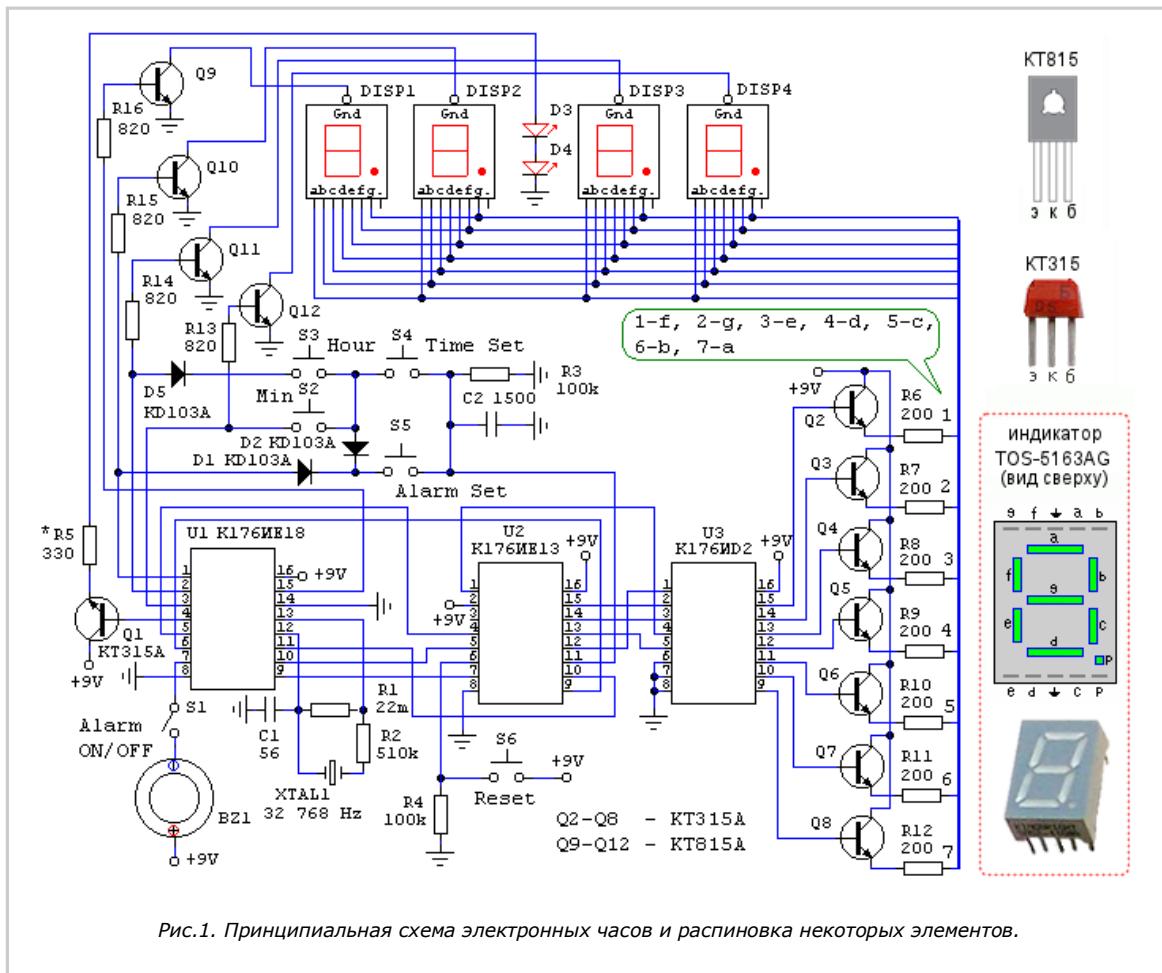


Рис.1. Принципиальная схема электронных часов и распиновка некоторых элементов.

При включении питания в счетчик часов, минут и в регистр памяти будильника микросхемы U2 автоматически записываются нули. Для установки времени следует нажать кнопку S4 (Time Set) и придерживая ее нажать кнопку S3 (Hour) - для установки часов или S2 (Min) - для установки минут. При этом показания соответствующих индикаторов начнут изменяться с частотой 2 Гц от 00 до 59 и далее снова 00. В момент перехода от 59 к 00 показания счетчика часов увеличатся на единицу. Установка времени будильника происходит так же, только придерживать нужно кнопку S5 (Alarm Set). После установки времени срабатывания будильника нужно нажать кнопку S1 для включения будильника (контакты замкнуты). Кнопка S6 (Reset) служит для принудительного сброса индикаторов минут в 00 при настройке. Светодиоды D3 и D4 играют роль разделительных точек, мигающих с частотой 1 Hz. Цифровые индикаторы на схеме расположены в правильном порядке, т.е. сначала идут индикаторы часов, две разделительные точки (светодиоды D3 и D4) и индикаторы минут.

В часах использовались резисторы R6-R12 и R14-R16 ваттностью 0,25W остьальные - 0,125W. Кварцевый резонатор XTAL1 на частоту 32.768Hz - обычный от часов. Транзисторы KT315A можно заменить на любые маломощные кремниевые соответствующей структуры, KT815A - на транзисторы средней мощности со статическим коэффициентом передачи тока

базы не менее 40, диоды - любые кремниевые маломощные. Пищалка BZ1 динамическая, без встроенного генератора, сопротивление обмотки 45 Ом. Кнопка S1 с фиксацией.

Индикаторы использованы TOS-5163AG зеленого свечения, можно применить любые другие индикаторы с общим катодом, не уменьшая при этом сопротивление резисторов R6-R12. На Рис.1 показана распиновка данного индикатора, выводы нанесены условно, т.к. представлен вид сверху.

После сборки часов, возможно, нужно будет подстроить частоту кварцевого генератора. Точнее всего это можно сделать, контролируя цифровым частотометром период колебаний 1 с на выводе 4 микросхемы U1. Настройка генератора по ходу часов потребует значительно большей затраты времени. Возможно, придется также подстроить яркость свечения светодиодов D3 и D4 подбором сопротивления резистора R5, чтобы все светилось равномерно ярко. Потребляемый часами ток не превышает 180 мА.

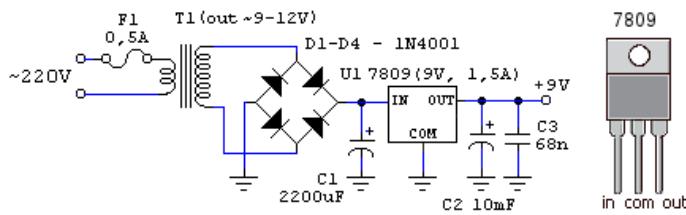


Рис.2. Принципиальная схема блока питания часов.

Часы питаются от обычного блока питания (см. Рис.2), собранного на плюсовом микросхемном стабилизаторе 7809 с выходным напряжением +9V и током 1,5A. Трансформатор должен быть с выходным напряжением ~9-12V, лучше ~9V, потому что в этом случае падение напряжения на микросхемном стабилизаторе будет минимальным, соответственно и его нагрев тоже. Это немаловажно для часов, питающихся от сети непрерывно.



*Рис.3. Внешний вид электронных часов.*

Не забудьте поставить микросхемный стабилизатор на небольшой радиатор, сделанный из куска дюралюминиевой пластины. Конденсатор С3 расположите вблизи цепи питания микросхем. Элементы часов лучше собрать в корпусе, спаянном из стеклотекстолита, и соединить его фольгу с общим проводом питания. Это избавит часы от помех. На Рис.3 показана моя сборка часов.

## Глава 4. Подборка принципиальных схем.

### Зависимое включение периферийных устройств.

Периферийные устройства такие, как принтер, сканер и т.п. приходится или всегда оставлять подключенными к электросети, или включать/выключать при необходимости. И тот и другой вариант не очень удобный. Первый - потому что идет постоянное потребление электроэнергии, хотя и небольшое. К тому же элементы дежурного блока питания периферийных устройств в таком случае будут больше "изнашиваться". Второй вариант, думаю, и так понятен - неудобство. Я предлагаю довольно простое решение: включать/выключать периферийные устройства совместно с персональным компьютером.

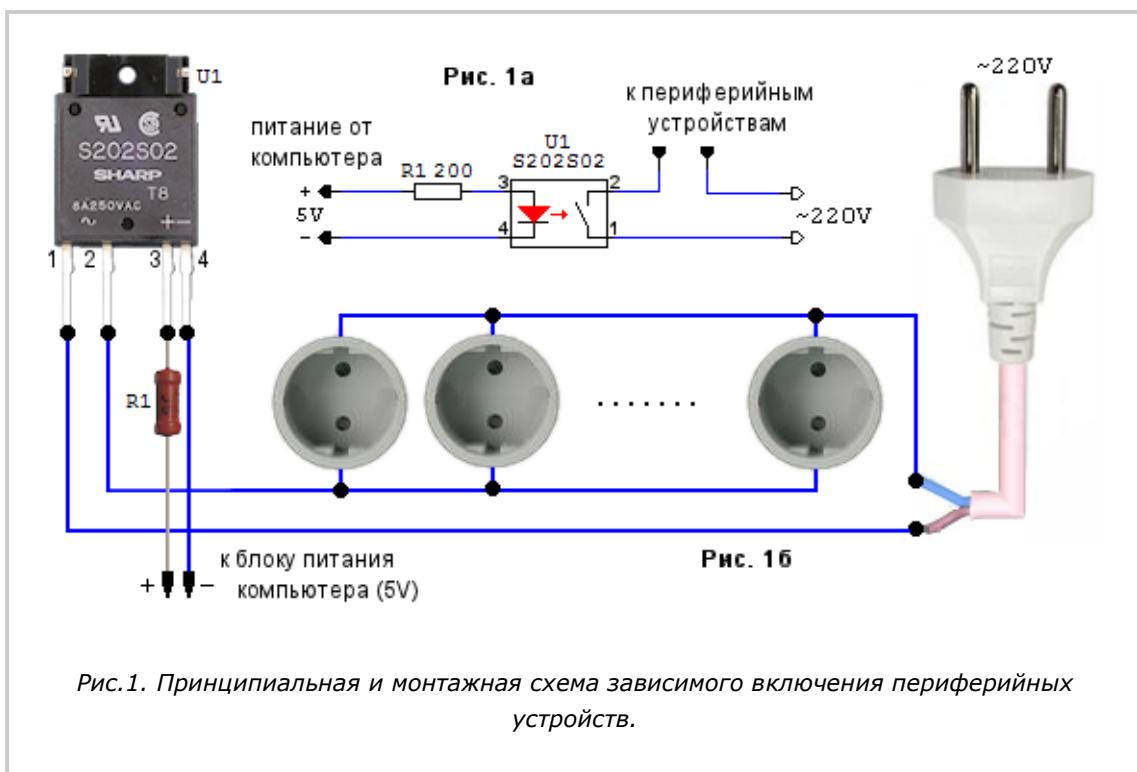


Рис.1. Принципиальная и монтажная схема зависимого включения периферийных устройств.

Основа схемы (см. Рис.1а) - мощный оптосимистор (оптопара), также известный как твердотельное реле, S202S02 фирмы Sharp. Эта деталь способна коммутировать нагрузку до 1000 Вт. При включении компьютера его источник переходит из ждущего (или выключенного) в рабочий режим. Появляется напряжение на контактах, идущих от блока питания. Нам нужно 5В, которые мы возьмем от разъема 4-pin Molex блока питания компьютера. Разъем содержит в себе четыре контакта: +12 В (желтый провод), +5 В (красный провод), а так же два контакта земли (черные провода). Соответственно мы берем красный и один из черных проводом, питание с которых поступает на 3-й (через резистор) и 4-й выводы микросхемы в соответствии с полярностью. От этих контактов питается светодиод оптопары, которая и включает/выключает нагрузку.

Данный прибор можно запитать от USB-порта. Но, в некоторых материнских платах, напряжение там присутствует даже в дежурном режиме (т.е. при выключенном компьютере). Это зависит от материнки, установки перемычек, настроек в BIOS. Поэтому первый вариант намного лучше.

Устройство собрано в сетевом удлинителе (см. Рис.16). Для надежности можно установить оптосимистор на небольшой радиатор. Кто знает, что вы вздумаете коммутировать в дальнейшем.

© 2011 Школа начинающего радиолюбителя с учетом современной электроники (2-е издание)  
Разработчик программного и веб-интерфейса - Владимир Дригалкин aka LENIN INC.  
Все права защищены.

## Глава 4. Подборка принципиальных схем.

### Включение светодиода в переменной цепи 220В.

Последнее время молодежь все больше интересует подключение светодиодов к электросети. Честно признаться, считаю это не очень хорошей идеей, ведь нагрев гасящих элементов в самой простой схеме оставляет желать лучшего, а более сложная и надежная схема становится достаточно громоздкой, особенно, если учесть, что устройство всего лишь зажигает светодиод. Но, раз интерес присутствует, поделюсь своими наработками.

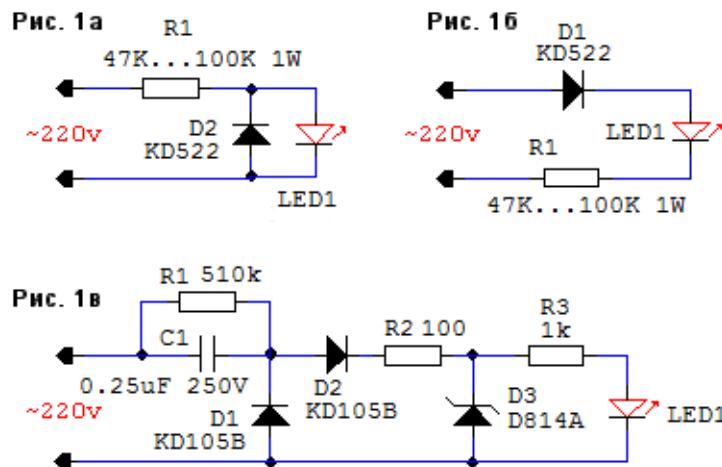


Рис.1. Принципиальные схемы включения светодиодов в электросеть.

На Рис.1а и Рис.1б показаны простые варианты включения светодиодов. Гашение избыточного напряжения происходит на резисторе R1 на обоих схемах, поэтому их нагрев будет довольно существенным. Поэтому мощность резисторов должны быть не меньше 1Вт. Схема на Рис.1в избавлена от существенного нагрева, т.к. основное гашение происходит на стабилитроне. К тому же данная схема более стабильна из-за применения стабилитрона.

## Глава 4. Подборка принципиальных схем.

### Светодиодная лампа своими руками.

Предлагаемая вашему вниманию светодиодная лампа специально разрабатывалась для освещения и питания от сети переменного напряжения 220 В. Схема данной лампы, представленная на Рис.1, достаточно проста и не нуждается в наладке. Одной из достоинств данной лампы можно отнести очень малое энергопотребление (примерно 2 Вт).

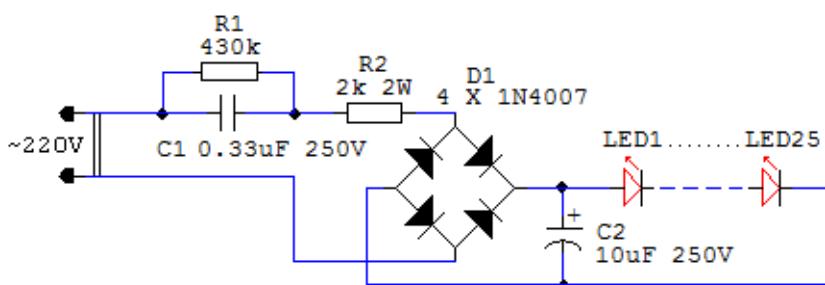


Рис.1. Принципиальная светодиодной лампы.

Основными элементами схемы являются светоизлучающие диоды (25 штук) белого спектра излучения, повышенной яркости, прямым напряжением 3,2...3,7 В и током 20 мА.

Для питания светодиодов используется схема безтрансформаторного блока питания, состоящая из гасящего конденсатора C1, резистора R1, который разряжает гасящий конденсатор, ограничительного резистора R2, диодного моста D1 и сглаживающего конденсатора C2. Последний должен быть рассчитан на рабочее напряжение не менее 250 В.

Все элементы схемы можно смонтировать в цоколе энергосберегающей лампы. Светодиоды располагаются по кругу в три ряда. Все детали очень хорошо помещаются внутри такого корпуса.

При сборке данной схемы и ее тестирования необходимо быть очень осторожным, т.к. схема не имеет гальванической развязки с электросетью.

## Глава 5. Справочник радиолюбителя.

### Сокращенное обозначение номиналов на резисторах и конденсаторах.

Номинальное значение на резисторах и конденсаторах принято обозначать на их корпусах **условными буквенно-цифровыми знаками**. Такое сокращение часто возникает из-за нехватки места на радиодетали для полного указания их номиналов.

Единицу сопротивления Ом сокращенно обозначают буквой Е, килоом - буквой К, мегом - буквой М. Сопротивления резисторов от 100 до 910 Ом выражают в частцах килоома, а сопротивления от 100 000 до 910 000 - в частцах мегома. Если номинальное сопротивление резистора выражают целым числом, то буквенные обозначения единицы измерения ставят после этого числа, например: 33Е (33 Ом), 47К (47 кОм), 10М (10 мОм). Когда же сопротивление резистора выражают десятичной дробью меньшим за единицу, то буквенное обозначение единицы измерения размещают перед числом, например: K22 (220 Ом), M47 (470 кОм). Выражая сопротивление резистора целым числом с десятичной дробью, целое число ставят впереди буквы, а десятичная дробь - после буквы, которая символизирует единицу измерения (буква заменяет запятую после целого числа), например: 1Е5 (1,5 Ом), 2К2 (2,2 кОм), 1М5 (1,5 мОм).

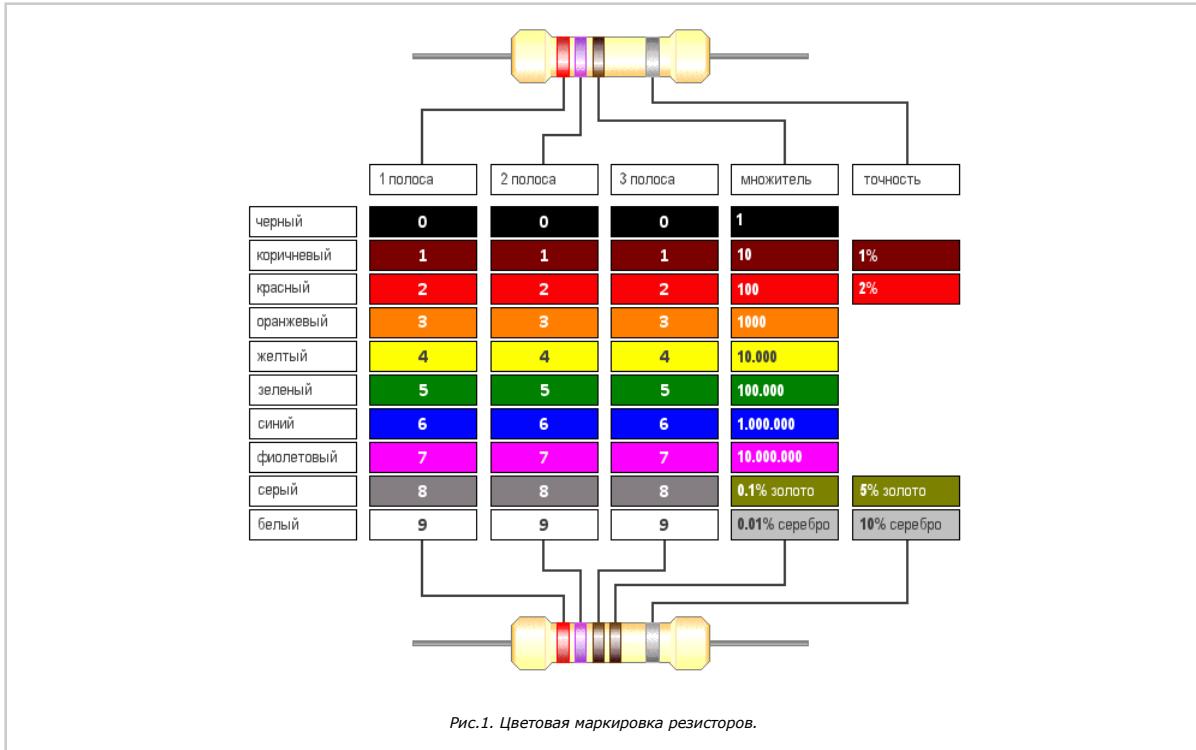


Рис.1. Цветовая маркировка резисторов.

Кроме этого, резисторы маркируют **цветовыми полосами** (см. Рис.1). Маркировочные знаки сдвинуты к одному из торцов резистора. Первым считают знак, нанесенный рядом с торцом. Если длина резистора не позволяет сдвинуть маркировку к одному из торцов, последний знак делают в 1,5 раза крупнее остальных. Маркировочные знаки располагают на резисторе слева направо в следующем порядке: первый знак - первая цифра; второй знак - вторая; третий - множитель. Это - номинальное сопротивление. Четвертый знак - допускаемое отклонение сопротивления.

Для резисторов с номинальным сопротивлением, выраженным тремя цифрами и множителем, цветовая маркировка состоит из пяти знаков: первые три знака - три цифры номинала; четвертый знак - множитель, пятый - допустимое отклонение сопротивления.

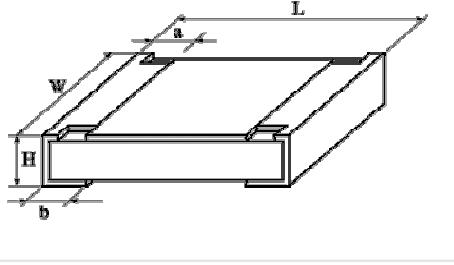
В Интернете достаточно много программ для подсчета сопротивления резисторов по цветовым полосам. Одни из них выполнены в виде EXE-файлов, другие представляют скрипты, встроенные в страницу веб-сайта. Последний из таких вариантов присутствует в данной электронной книге.

**Чип-резисторы** маркируются несколькими способами, в зависимости от типоразмера резистора и допуска.

Размеры и вес чип-резисторов

Типоразмер	Размер (мм)					Вес (гр/1000шт)
	L	W	H	a	b	
0201	0,60	0,30	0,25	0,12	0,15	0,15
0402	1,00	0,50	0,35	0,20	0,25	0,8
0603	1,60	0,80	0,45	0,30	0,30	2
0805	2,00	1,25	0,60	0,40	0,40	4

1206	3,20	1,60	0,60	0,50	0,50	10
1210	3,20	2,50	0,60	0,50	0,50	16
1812	4,50	3,20	0,60	0,50	0,50	27
2010	5,00	2,50	0,60	0,60	0,60	27
2512	6,40	3,20	0,60	0,65	0,60	45



Резисторы с допуском 1% и типоразмером 0603 маркируются в соответствии с таблицей, приведенной ниже. При маркировке используется трехзначковый код, по первым двум цифрам которого выбирается первый сомножитель из таблицы, третий знак - буква, по ней выбирается второй сомножитель.

Таблица для подсчета сопротивления Чип-резисторов

Код	Значение	Код	Значение	Код	Значение	Код	Значение	Код	Значение	Код	Значение	Код	Значение	Код	Значение	Код	Значение
01	100	13	133	25	178	37	237	49	316	61	422	73	562	85	750		
02	102	14	137	26	182	38	243	50	324	62	432	74	576	86	768		
03	105	15	140	27	187	39	249	51	332	63	442	75	590	87	787		
04	107	16	143	28	191	40	255	52	340	64	453	76	604	88	806		
05	110	17	147	29	196	41	261	53	348	65	464	77	619	89	825		
06	113	18	150	30	200	42	267	54	357	66	475	78	634	90	845		
07	115	19	154	31	205	43	274	55	365	67	487	79	649	91	866		
08	118	20	158	32	210	44	280	56	374	68	499	80	665	92	887		
09	121	21	162	33	215	45	287	57	383	69	511	81	681	93	909		
10	124	22	165	34	221	46	294	58	392	70	523	82	698	94	931		
11	127	23	169	35	226	47	301	59	402	61	536	83	715	95	953		
12	130	24	174	36	232	48	309	60	412	71	549	84	732	96	976		
Y	$10^{-2}$	X	$10^{-1}$	A	$10^0$	B	$10^1$	C	$10^2$	D	$10^3$	E	$10^4$	F	$10^5$		

В следующей таблице приведены примеры некоторых маркировок Чип-резисторов.

Некоторые примеры маркировок Чип-резисторов

Пример маркировки: 10C это $124 \times 10^2 = 12,4\text{k}\Omega$	<input checked="" type="checkbox"/>
Прочие резисторы с допуском 1% маркируются 4-мя цифрами. Номинал рассчитывается умножением первых трех цифр на 10 в степени равной четвертой цифре.	<input checked="" type="checkbox"/>
Пример маркировки: 4422 это $442 \times 10^2 = 44,2\text{k}\Omega$	<input checked="" type="checkbox"/>
Резисторы с допусками 2%, 5% и 10% всех типоразмеров, кроме 0402, маркируются 3-мя цифрами и рассчитываются умножением первых двух цифр на 10 в степени равной третьей цифре.	<input checked="" type="checkbox"/>
Пример маркировки: 242 это $24 \times 10^2 = 2,4\text{k}\Omega$	<input checked="" type="checkbox"/>

Для низкоомных резисторов для отметки положения десятичной точки может использоваться буква R, например 5R1 = 5,1Ом.

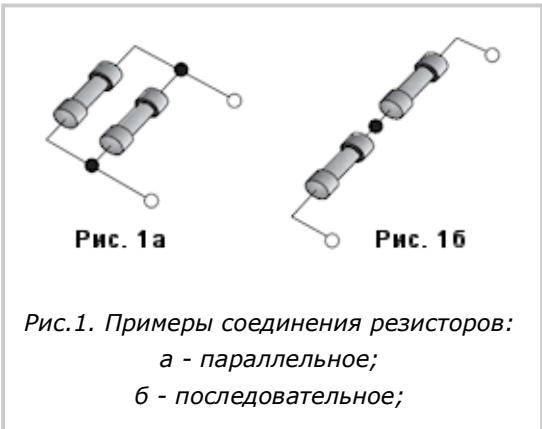
С конденсаторами ситуация не менее запутанная. Номинальные емкости конденсаторов до 91 пФ выражают в пикофарадах, используя для обозначения этой единицы емкости букву П. Емкости от 100 до 9100 пФ выражают в частичках нанофарады (1 нФ = 1000 пФ, или 0,001 мкФ), а от 0,01 до 0,091 мкФ - в нанофарадах, обозначая нанофараду буквой Н. Емкости от 0,1 мкФ и больше выражают в микрофарадах, используя для обозначения этой единицы емкости букву М. Если емкость конденсатора выражают целым числом, то буквенные обозначения емкости ставят после этого числа, например: 12П (12 пФ), 15Н (15 нФ = 15 000 пФ, или 0,015 мкФ), 10М (10 мкФ). Чтобы выразить номинальную емкость десятичной дробью, буквенное обозначение единицы емкости размещают перед числом: Н15 (0,15 нФ = 150 пФ), М22 (0,22 мкФ). Для выражения емкости конденсатора целым числом с десятичной дробью буквенное обозначение единицы ставят между целым числом и десятичной дробью, заменяя ее запятой, например: 1П2 (1,2 пФ), 4Н7 (4,7 нФ = 4700 пФ), 1М5 (1,5 мкФ).

Сокращения имеют не только резисторы и конденсаторы, но и другие радиодетали. Транзисторы, например, могут содержать кружочки, ромбики, квадратики, треугольники, что указывают на их модель. В таком случае нужно рассматривать конкретный вид транзистора, чтобы узнать его маркировку. Для этого существует специальная справочная литература.

Разработчик программного и веб-интерфейса - Владимир Дригалкин aka LENIN INC.  
Все права защищены.

## Глава 5. Справочник радиолюбителя.

Последовательное и паралельное соединение резисторов и конденсаторов.



радиолюбители часто пользуются двумя или несколькими сопротивлениями или конденсаторами и, включая их параллельно или последовательно, получают необходимую величину.

При последовательном соединении резисторов общее сопротивление цепи равно сумме всех составляющих сопротивлений. При параллельном соединении вы получите половину общего их сопротивления.

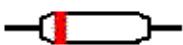
Например, если вы последовательно соединяете два резистора сопротивлением 100Ом, вы получите 200Ом, 220кОм - 440кОм и т.д. При параллельном соединении двух резисторов сопротивлением 100Ом, вы получаете 50Ом, 220кОм - 110кОм и т.д.

Совсем иначе обстоит дело с конденсаторами. Здесь происходит все наоборот. Если вы параллельно соединяете два конденсатора емкостью 100мФ, вы получаете 200мФ, 220мФ - 440мФ и т.д. При последовательном соединении конденсаторов вы получите половину их общей емкости, т.е., если вы соединяете два конденсатора емкостью 100мФ, вы получите 50мФ т.д. Последнее соединение конденсаторов практически не используется радиолюбителями, т.к. в этом нет особой необходимости.

© 2011 Школа начинающего радиолюбителя с учетом современной электроники (2-е издание)  
Разработчик программного и веб-интерфейса - Владимир Дригалкин aka LENIN INC.  
Все права защищены.

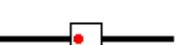
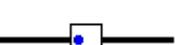
## Глава 5. Справочник радиолюбителя.

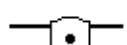
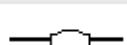
### Цветовая маркировка отечественных диодов.

Тип диода	Цвет корпуса или метка накорпусе	Метка у анода (+)	Метка у катода (-)	Внешний вид
Д9Б	-	Красное кольцо	-	
Д9В	-	Оранжевое или красное + оранжевое кольцо	-	
Д9Г	-	Желтое или красное + желтое кольцо	-	
Д9Д	-	Белое или красное + белое кольцо	-	
Д9Е	-	Голубое или красное + голубое кольца	-	
Д9Ж	-	Зеленое или красное + зеленое кольцо	-	
Д9И	-	Два желтых кольца	-	
Д9К	-	Два белых кольца	-	
Д9Л	-	Два зеленых кольца	-	
Д9М	-	Два голубых кольца	-	

КД102А	-	Зеленая точка	-	
КД102Б	-	Синяя точка	-	
2Д102А	-	Желтая точка	-	
2Д102Б	-	Оранжевая точка	-	
КД103А	Черный	Синяя точка	-	
КД103Б	Зеленый	Желтая точка	-	
2Д103А	-	Белая точка	-	
КД105Б	Точка остутствует	Белая или желтая полоса	-	
КД105В	Зеленая точка	Белая или желтая полоса	-	
КД105Г	Красная точка	Белая или желтая полоса	-	
КД105Д	Белая или желтая точка	Белая или желтая полоса	-	
КД208А	Желтая точка	Черная, зеленая или желтая точка	-	
КД209А	-	Черная, зеленая или желтая точка	-	
КД209Б	Белая точка	Черная, зеленая или желтая точка	-	
КД209В	Черная точка	Черная, зеленая или желтая точка	-	

КД209Г	Зеленая точка	Черная, зеленая или желтая точка	-	
КД221А	-	Голубая точка	-	
КД221Б	Белая точка	Голубая точка	-	
КД221В	Черная точка	Голубая точка	-	
КД221Г	Зеленая точка	Голубая точка	-	
КД221Д	Бежевая точка	Голубая точка	-	
КД221Е	Желтая точка	Голубая точка	-	
КД226А	-	-	Оранжевое кольцо	
КД226Б	-	-	Красное кольцо	
КД226В	-	-	Зеленое кольцо	
КД226Г	-	-	Желтое кольцо	
КД226Д	-	-	Белое кольцо	
КД226Е	-	-	Голубое кольцо	
КД243А	-	-	Фиолетовое кольцо	
КД243Б	-	-	Оранжевое кольцо	
КД243В	-	-	Красное кольцо	
КД243Г	-	-	Зеленое кольцо	

КД243Д	-	-	Желтое кольцо	
КД243Е	-	-	Белое кольцо	
КД243Ж	-	-	Голубое кольцо	
КД247А	-	-	Два фиолетовых кольца	
КД247Б	-	-	Два оранжевых кольца	
КД247В	-	-	Два красных кольца	
КД247Г	-	-	Два зеленых кольца	
КД247Д	-	-	Два желтых кольца	
КД247Е	-	-	Два белых кольца	
КД247Ж	-	-	Два голубых кольца	
КД410А	-	Красная точка	-	
КД410Б	-	Синяя точка	-	
КД509А	-	Синее узкое кольцо	Синее широкое кольцо	
2Д509А	-	Синяя точка и узкое кольцо	Синее широкое кольцо	
КД510А	-	Два зеленых узких кольца	Зеленое широкое кольцо	
2Д510А	-	Зеленая точка и узкое кольцо	Зеленое широкое кольцо	
КД521А	-	Два синих узких кольца	Синее широкое кольцо	

КД521Б	-	Два серых узких кольца	Серое широкое кольцо	
КД521В	-	Два желтых узких кольца	Желтое широкое кольцо	
КД521Г	-	Два белых узких кольца	Белое широкое кольцо	
КД522А	-	Черное широкое кольцо	Черное узкое кольцо	
КД522Б	-	Черное широкое кольцо	Два черных узких кольца	
2Д522Б	-	Черное широкое кольцо	Черная точка	
КД906	Белая полоса у четвертого вывода	-	-	
КДС111А	Красная точка	-	-	
КДС111Б	Зеленая точка	-	-	
КДС111В	Желтая точка	-	-	
КЦ422А	-	-	Черная точка	
КЦ422Б	Белая точка	-	Черная точка	
КЦ422В	Черная точка	-	Черная точка	
КЦ422Г	Зеленая точка	-	Черная точка	

## Глава 5. Справочник радиолюбителя.

### Зарубежные выпрямительные диоды и мосты.

У зарубежных **выпрямительных диодов** корпус пластмассовый, цилиндрический. Выводы - проволочные жесткие луженые. Внешний вид диодов показан на Рис.1. Чем больше диод - тем он мощнее. Кольцевая метка контрастного цвета на корпусе диодов расположена вблизи катодного вывода.

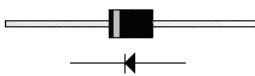


Рис.1. Внешний вид современного зарубежного выпрямительного диода.

Электрические характеристики диодов представлены в следующей таблице.

Диоды с максимальным значением обратного напряжения, В											Макс, значение среднего выпрямл. тока, А	Макс, значение прямого пикового тока, А	Макс, значение прямого напряжения, В
50	100	200	400	600	800	1000	1300	1600	1800				
RL101	RL102	RL103	RL104	RL105	RL106	RL107	-	-	-	1	50	1,1	1,4
1N4001	1N4002	1N4003	1N4004	1N4005	1N4006	1N4007	BY133	EM513	EM516				
1N5391	1N5392	1N5393	1N5395	1N5397	1N5398	1N5399	-	-	-	1,5			
RL201	RL202	RL203	RL204	RL205	RL206	RL207	-	-	-	2	70	1	
1N5400	1N5401	1N5402	1N5404	1N5406	1N5407	1N5408	-	-	-	3	200	1,2	
-	-	BY251	BY252	BY253	BY254	-	BY255	-	-				
6A05	6A1	6A2	6A4	6A6	6A8	6A10	-	-	-	6	400	0,95	
P600A	P600B	P600D	P600G	P600J	P600K	P600M	-	-	-				

**Зарубежные мосты** имеют в основном металлокерамическую конструкцию корпуса. Выводы этих мостов либо пластинчатые жесткие, рассчитанные на разъемное соединение с помощью стандартных наконечников, либо проволочные жесткие луженые для монтажа пайкой. Некоторые мосты имеют в корпусе отверстие. Это значит, что мост рассчитан на крепление к теплоотводу. Маркировка мостов нанесена на верхнюю или боковую поверхность корпуса. У большинства типов мостов там же указана их цоколевка.

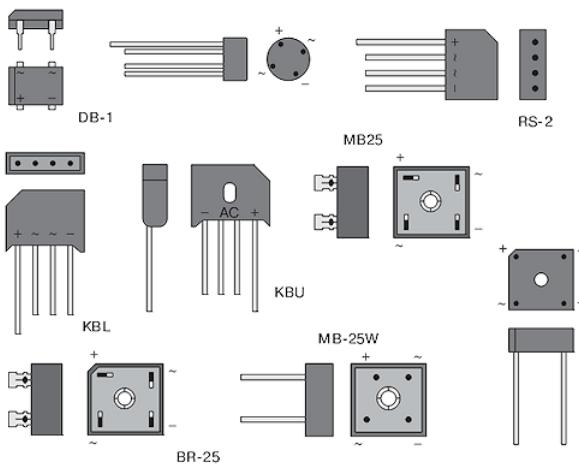


Рис.2. Внешний вид современных зарубежных выпрямительных мостов.

Электрические характеристики диодных мостов представлены в следующей таблице.

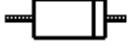
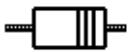
Диодные выпрямительные мосты с максимальным значением обратного напряжения, В	Макс, значение средн. выпрямл. тока, А/при	Макс, значение прямого пикового тока, А/при	Макс, значение прямого напряжения, В/при	Корп

							температура теплоотвода, °C	тока, A	прямом токе через диод, A	
50	100	200	400	600	800	1000				
DB101	DB102	DB103	DB104	DB105	DB106	DB107	1/40*		1,1/1	DB-1
RB151	RB152	RB153	RB154	RB155	RB156	RB157				RB-1
W005M	W01M	W02M	W04M	W06M	W08M	W10M				WOM
RC201	RC202	RC203	RC204	RC205	RC206	RC207			1/1	RC2
RS201	RS202	RS203	RS204	RS205	RS206	RS207	2/50*			RS2
KBP005	KBP01	KBP02	KBP04	KBP06	KBP08	KBP10				
BR305	BR31	BR32	BR34	BR36	BR38	BR310			1/1,5	BR-3
KBPC1005	KBPC101	KBPC102	KBPC104	KBPC106	KBPC108	KBPC110	3/75			
RS401	RS402	RS403	RS404	RS405	RS406	RS407	4/50*	200		KBL
KBL005	KBL01	KBL02	KBL04	KBL06	KBL08	KBL10				
RS601	RS602	RS603	RS604	RS605	RS606	RS607	6/50	250	1/3	KBU
KBU6A	KBU6B	KBU6D	KBU6G	KBU6J	KBU6K	KBU6M				
BR605	BR61	BR62	BR64	BR66	BR68	BR610				BR-6
KBPC6005	KBPC601	KBPC602	KBPC604	KBPC606	KBPC608	KBPC610	6/75	125		
RS801	RS802	RS803	RS804	RS805	RS806	RS807	8/50	250	1/4	KBU
KBU8A	KBU8B	KBU8D	KBU8G	KBU8J	KBU8K	KBU8M				
BR805	BR81	BR82	BR84	BR86	BR88	BR819				BR-8 BR-1
KBPC8005	KBPC801	KBPC802	KBPC804	KBPC806	KBPC808	KBPC810	8/75	125	1,1/4	KBPC 8; KBPC 10
BR1005	BR101	BR102	BR104	BR106	BR108	BR1010				BR-8 BR-1
KBPC10005	KBPC1001	KBPC1002	KBPC1004	KBPC1006	KBPC1008	KBPC1010	10/50	200	1,1/5	KBPC 8; KBPC 10
BR1505	BR151	BR152	BR154	BR156	BR158	BR1510			1,1/7,5	BR-2; BR-25W
MB1505	MB151	MB152	MB154	MB156	MB158	MB1510			1/7,5	MB-25; MB-25W
KBPC15005	KBPC1501	KBPC1502	KBPC1504	KBPC1506	KBPC1508	KBPC1510				
BR2505	BR251	BR252	BR254	BR256	BR258	BR2510				BR-2; BR-25W
MB2505	MB251	MB252	MB254	MB256	MB258	MB2510	25/55		1,1/12,5	MB-25; MB-25W
KBPC25005	KBPC2501	KBPC2502	KBPC2504	KBPC2506	KBPC2508	KBPC2510				
BR3505	BR351	BR352	BR354	BR356	BR358	BR3510				BR-2; BR-25W
MB3505	MB351	MB352	MB354	MB356	MB358	MB3510	35/55	400	1,1/17,5	MB-25; MB-25W
KBPC35005	KBPC3501	KBPC3502	KBPC3504	KBPC3506	KBPC3508	KBPC3510				

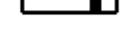
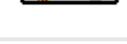
\* Для этих приборов выпрямительный ток соответствует температуре окружающей среды.

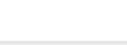
## Глава 5. Справочник радиолюбителя.

Цветовая маркировка отечественных стабилитронов и стабисторов.

Тип элемента	Метка у выводов катода	Метка у выводов анода	Рисунок
Д814А1	-	черное широкое кольцо	
Д814Б1	-	черное широкое+черное узкое кольца	
Д814В1	-	черное узкое кольцо	
Д814Г1	-	желтое широкое кольцо	
Д814Д1	-	три узких черных кольца	
Д818А	черная метка на торце корпуса + белое кольцо	-	
Д818Б	черная метка на торце корпуса + желтое кольцо	-	
Д818В	черная метка на торце корпуса + голубое кольцо	-	
Д818Г	черная метка на торце корпуса + зеленое кольцо	-	
Д818Д	черная метка на торце корпуса + серое кольцо	-	
Д818Е	черная метка на торце корпуса + оранжевое кольцо	-	
	серая метка на торце		

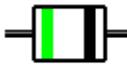
KC107А	корпуса + красное кольцо	-	
KC126А	красное широкое+фиолетовое узкое+белое узкое кольца	-	
KC126Б	оранжевое широкое+ черное узкое+белое узкое кольца	-	
KC126В	оранжевое широкое+оранжевое широкое+белое узкое кольца	-	
KC126Г	оранжевое широкое+белое узкое+ белое узкое кольца	-	
KC126Д	желтое широкое+фиолетовое узкое + белое узкое кольца	-	
KC126Е	зеленое широкое+голубое узкое+ белое узкое кольца	-	
KC126Ж	голубое широкое+ красное узкое+ белое узкое кольца	-	
KC126И	голубое широкое+серое узкое+ белое узкое кольца	-	
KC126К	фиолетовое узкое+зеленое узкое+ белое узкое кольца	-	
KC126Л	серое широкое+красное узкое+ белое узкое кольца	-	
KC126М	белое широкое + коричневое узкое + белое узкое кольца	-	
KC207А	коричневое широкое+черное узкое+	-	

	черное узкое кольца		
KC207Б	коричневое широкое+коричневое узкое+черное узкое кольца	-	
KC207В	коричневое широкое+красное узкое+черное узкое кольца	-	
KC133А	голубое кольцо	белое кольцо	
2C133А	белое кольцо	черное кольцо	
KC133Г	оранжевая метка на торце корпуса	-	
KC139А	зеленое кольцо	белое кольцо	
2C139А	зеленое кольцо	черное кольцо	
KC147А	серое или синее кольцо	белое кольцо	
2C147А	-	черное кольцо	
KC147Г	зеленая метка на торце корпуса	-	
KC156А	оранжевое кольцо	белое кольцо	
2C156А	оранжевое кольцо	черное кольцо	
KC156Г	красная метка на торце корпуса	-	
KC168А	красное кольцо	белое кольцо	
2C168А	красное кольцо	черное кольцо	

КС175Ж	белое кольцо	-	
КС182Ж	желтое кольцо	-	
КС191Ж	красное кольцо	-	
КС210Ж	зеленое кольцо	-	
КС211Ж	серое кольцо	-	
КС212Ж	оранжевое кольцо	-	
КС213Ж	черное кольцо	-	
КС215Ж	белое кольцо	черное кольцо	
КС216Ж	желтое кольцо	черное кольцо	
КС218Ж	красное кольцо	черное кольцо	
КС220Ж	зеленое кольцо	черное кольцо	
КС222Ж	серое кольцо	черное кольцо	
КС224Ж	оранжевое кольцо	черное кольцо	
2С175Ж	голубая метка на торце корпуса + белое кольцо	-	
2С182Ж	голубая метка на торце корпуса + желтое кольцо	-	
2С191Ж	голубая метка на торце корпуса + красное кольцо	-	

2C210Ж	голубая метка на торце корпуса + зеленое кольцо	-	
2C211Ж	голубая метка на торце корпуса + серое кольцо	-	
2C212Ж	голубая метка на торце корпуса + оранжевое кольцо	-	
2C213Ж	голубая метка на торце корпуса + черное кольцо	-	
2C215Ж	голубая метка на торце корпуса + белое кольцо	черное кольцо	
2C216Ж	голубая метка на торце корпуса + желтое кольцо	черное кольцо	
2C218Ж	голубая метка на торце корпуса + красное кольцо	черное кольцо	
2C220Ж	голубая метка на торце корпуса + зеленое кольцо	черное кольцо	
2C222Ж	голубая метка на торце корпуса + серое кольцо	черное кольцо	
2C224Ж	голубая метка на торце корпуса + оранжевое кольцо	черное кольцо	
KC405А	серая метка на торце корпуса + красное кольцо	черное кольцо	
KC406А	черная метка на торце корпуса + серое кольцо	белое кольцо	
KC406Б	черная метка на торце корпуса + белое кольцо	оранжевое кольцо	

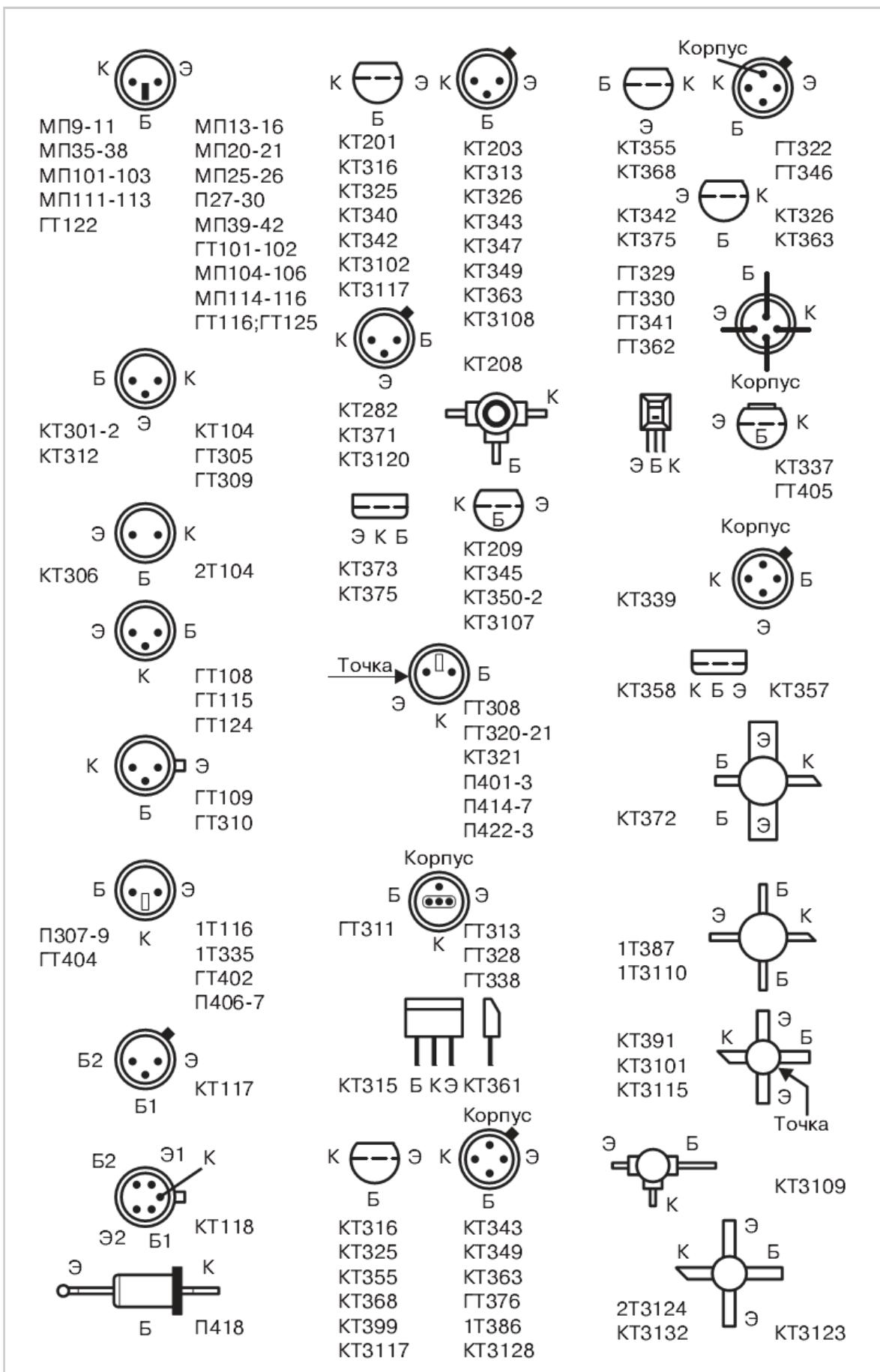
KC407А	черная метка на торце корпуса + красное кольцо	голубое кольцо	
KC407Б	черная метка на торце корпуса + красное кольцо	оранжевое кольцо	
KC407В	черная метка на торце корпуса + красное кольцо	желтое кольцо	
KC407Г	черная метка на торце корпуса + красное кольцо	зеленое кольцо	
KC407Д	черная метка на торце корпуса + красное кольцо	серое кольцо	
KC411А	белое кольцо	черное кольцо	
KC411Б	синее кольцо	черное кольцо	
KC508А	черная метка на торце корпуса + оранжевое кольцо	зеленое кольцо	
KC508Б	черная метка на торце корпуса + желтое кольцо	белое кольцо	
KC508В	черная метка на торце корпуса + красное кольцо	зеленое кольцо	
KC508Г	черная метка на торце корпуса + голубое кольцо	белое кольцо	
KC508Д	черная метка на торце корпуса + зеленое кольцо	белое кольцо	
KC510А	оранжевое кольцо	зеленое кольцо	
KC512А	желтое кольцо	зеленое кольцо	

KC515A	белое кольцо	зеленое кольцо	
KC516A	зеленое кольцо	черное кольцо	
KC518A	голубое кольцо	зеленое кольцо	
KC522A	серое кольцо	зеленое кольцо	
KC527A	черное кольцо	зеленое кольцо	

© 2011 Школа начинающего радиолюбителя с учетом современной электроники (2-е издание)  
Разработчик программного и веб-интерфейса - Владимир Дригалкин aka LENIN INC.  
Все права защищены.

## Глава 5. Справочник радиолюбителя.

Цоколевка отечественных транзисторов малой мощности.

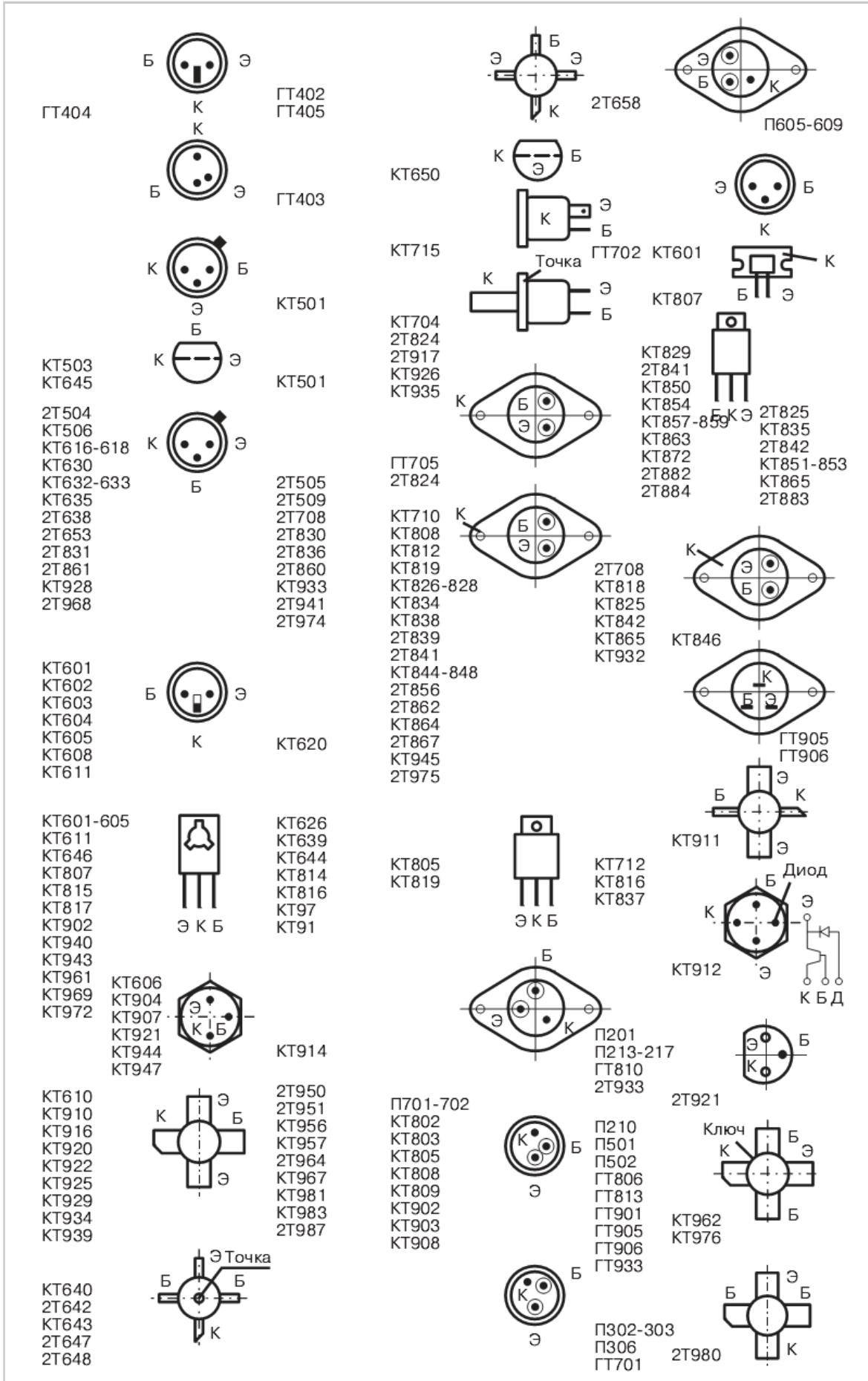


*Рис.1. Цоколевка отечественных транзисторов малой мощности.*

© 2011 Школа начинающего радиолюбителя с учетом современной электроники (2-е издание)  
Разработчик программного и веб-интерфейса - Владимир Дригалкин aka LENIN INC.  
Все права защищены.

## Глава 5. Справочник радиолюбителя.

Цоколевка отечественных транзисторов средней и большой мощности.



*Рис.1. Цоколевка отечественных транзисторов средней и большой мощности.*

© 2011 Школа начинающего радиолюбителя с учетом современной электроники (2-е издание)  
Разработчик программного и веб-интерфейса - Владимир Дригалкин aka LENIN INC.  
Все права защищены.

## Глава 5. Справочник радиолюбителя.

Цоколевка отечественных полевых транзисторов.

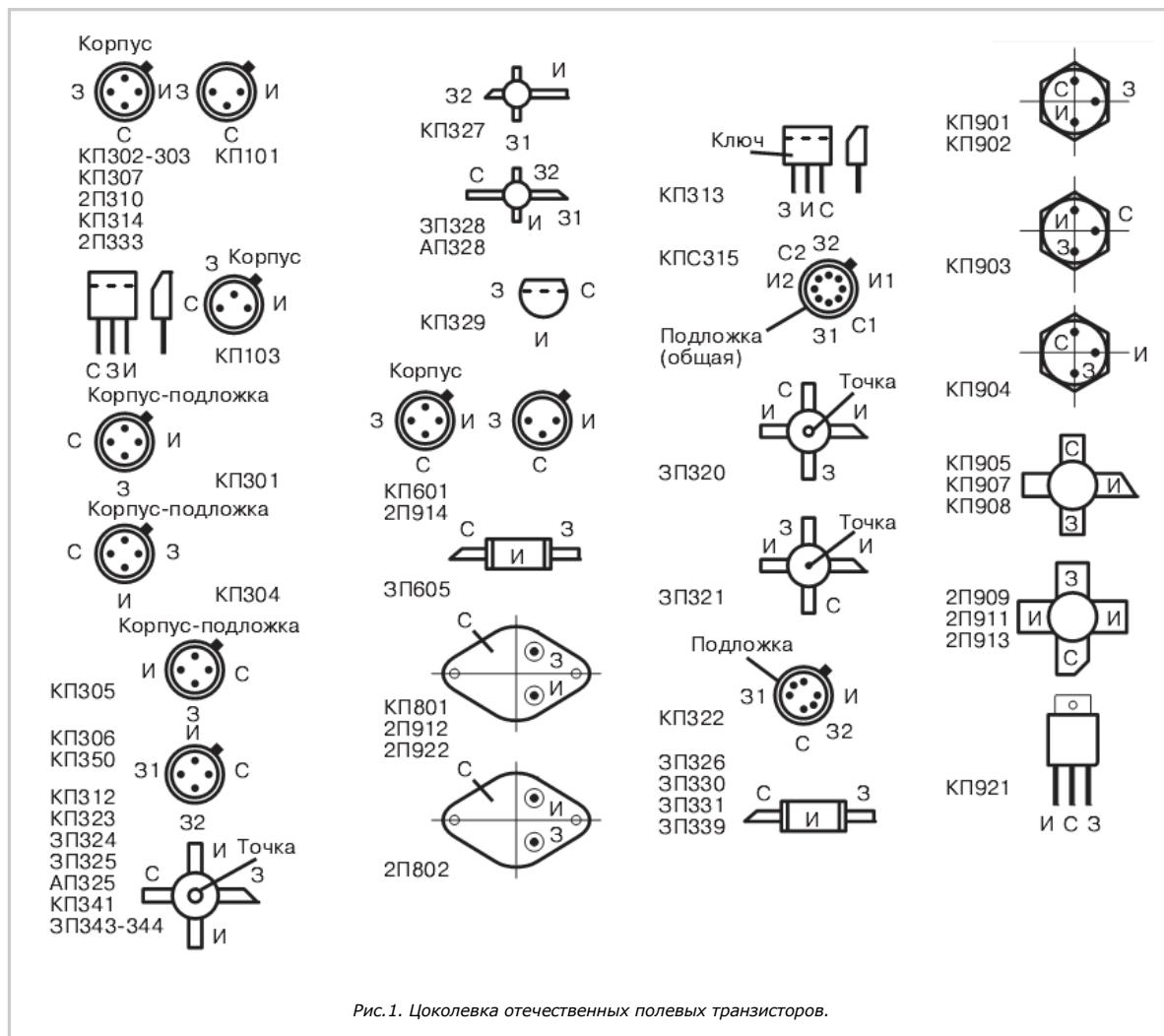


Рис. 1. Цоколевка отечественных полевых транзисторов.

© 2011 Школа начинающего радиолюбителя с учетом современной электроники (2-е издание)  
Разработчик программного и веб-интерфейса - Владимир Дригалкин aka LENIN INC.  
Все права защищены.

## Глава 5. Справочник радиолюбителя.

Цветовая и кодовая маркировка отечественных транзисторов.

Группа	Цв. Точка сбоку
<b>Для корпуса типа КТ-26</b>	
А	Темно-красная
Б	Жёлтая
В	Темно-зелёная
Г	Голубая
Д	Синяя
Е	Белая
Ж	Тёмно-коричневая
И (-*)	Серебристая
К (-*)	Оранжевая
Л (И*)	Светло-табачная
М (К*)	Серая

Тип	Код	Цв. Точка сбоку
<b>Для корпуса типа КТ-26</b>		
KT203		Темно-красная
KT208		-
KT209		Серая
KT313		Оранжевая
KT326		Коричневая
KT339		Голубая
KT342		Синяя
KT368бм		Одна бел. или крас. две бел. или крас. точки сверху
KT368ам		две бел. или крас. точки сверху
KT399		Две бел. Полоски
KT502		Желтая
KT503		Белая
KT3102		Тёмно-зелёная
KT3107		-
KT3117		Белая полоса
KT3157		-
KT3166		-
KT3126		Зелёная
KT3127		-
KT632		Серебристая
KT638		Оранжевая
KT645		Белый
KT680		-
KT681		-
KT698		-
КП103		-
КП364		Табачная
КП501		-
Кр1157ен5	<b>A5</b>	-
Кр1168ен15	<b>B15</b>	-
Кр1170ен6	<b>Г6</b>	-

Тип	Код	Цв. С торца
<b>Для корпуса типа КТ-27</b>		
KT814	4	Серо-бежевый
KT815	5	Серенево-фиолетовый
KT816	6	Розово-красный
KT817	7	Серо-зелёный
KT683	8	Фиолетовый
KT9115	9	Голубой
KU112	12	-
KT940	40	-
KT972а	-	-
KT9726	-	-
KT973а	-	-
KT9736	-	-
KT646а	-	-
KT6466	-	-

Год выпуска	Код	Месяц выпуска	Код
1986	U	Январь	1
1987	V	Февраль	2
1988	W	Март	3
1989	X	Апрель	4
1990	A	Май	5
1991	B	Июнь	6
1992	C	Июль	7
1993	D	Август	8
1994	E	Сентябрь	9
1995	F	Октябрь	0
1996	H	Ноябрь	N
1997	I	Декабрь	D
1998	K		
1999	L		
2000	M		

Рис. 1. Цветовая и кодовая маркировка отечественных транзисторов.

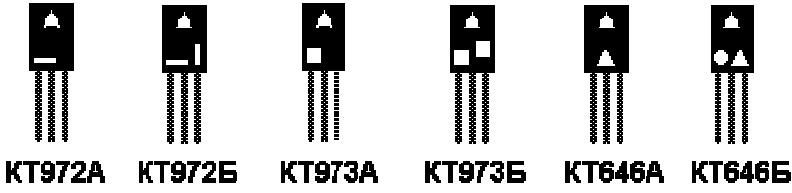


Рис.2. Примеры маркировки отечественных транзисторов.

© 2011 Школа начинающего радиолюбителя с учетом современной электроники (2-е издание)  
Разработчик программного и веб-интерфейса - Владимир Дригалкин aka LENIN INC.  
Все права защищены.

## Глава 5. Справочник радиолюбителя.

### Зарубежные транзисторы и их отечественные аналоги.

Зарубежный транзистор	Отечественный аналог
2SA100	ГТ322В
2SA1015	КТ3107Б
2SA1029В	КТ3107Г
2SA1029Д	КТ3107И
2SA1030В	КТ3107Б
2SA1031В	КТ3107Г
2SA1031Д	КТ3107Ж
2SA1033Д	КТ3107К
2SA105	ГТ310Е
2SA1052С	КТ3129Г9
2SA106	ГТ310Е
2SA108	П422
2SA1090	КТ313Б
2SA111	П422
2SA116	ГТ310В
2SA118	ГТ310Д
2SA173	ГТ125Б
2SA195	ГТ124А
2SA205	ГТ125Д
2SA211	ГТ125А
2SA221	ГТ322Б
2SA229	ГТ313А

Зарубежный транзистор	Отечественный аналог
2SA101	ГТ322В
2SA102	ГТ322В
2SA1029С	КТ3107Д
2SA103	ГТ322В
2SA1030С	КТ3107Д
2SA1031С	КТ3107Ж
2SA1033С	КТ3107Д
2SA104	ГТ322Б
2SA1052В	КТ3129Б9
2SA1052Д	КТ3129Г9
2SA107	ГТ310Д
2SA109	П422
2SA110	П422
2SA112	П422
2SA117	ГТ310Д
2SA1356	КТ626А
2SA174	ГТ125Б
2SA204	ГТ125Б
2SA206	ГТ125Б
2SA219	ГТ322В
2SA223	ГТ322В
2SA230	ГТ313А

2SA234	ГТ309Б	2SA235	ГТ309Б
2SA236	ГТ322В	2SA237	ГТ322В
2SA246	ГТ305В	2SA254	ГТ109Е
2SA255	ГТ109Д	2SA256	ГТ322Б
2SA257	ГТ322В	2SA258	ГТ322В
2SA259	ГТ322В	2SA260	ГТ310А
2SA266	ГТ309Г	2SA267	ГТ309Г
2SA268	ГТ309Д	2SA269	ГТ309Д
2SA270	ГТ309Г	2SA271	ГТ309Г
2SA272	ГТ309А	2SA277	ГТ124В
2SA279	ГТ305Б,П416Б	2SA282	ГТ125В,ГТ125Г
2SA285	ГТ322Б	2SA286	ГТ322Б
2SA287	ГТ322Б	2SA321	ГТ322Б
2SA322	ГТ322В	2SA338	ГТ322Б
2SA339	ГТ322Б	2SA340	ГТ322Б
2SA341	ГТ322Б	2SA342	ГТ322Б
2SA343	ГТ309Б	2SA350	П422
2SA351	П422	2SA352	П422
2SA354	П422	2SA355	П422
2SA374	П609А	2SA391	ГТ125В
2SA396	ГТ125Г	2SA40	ГТ124Б
2SA400	ГТ309Г	2SA412	ГТ308Г
2SA414	ГТ125Б	2SA416	П605А
2SA422	ГТ346Б	2SA440	ГТ313А
2SA467	КТ351Б	2SA49	ГТ109Е
2SA490	КТ816Б	2SA494G	КТ349В
2SA495	КТ357Г	2SA495G	КТ357Г

2SA496	КТ639Б	2SA50	П30
2SA500	КТ352А	2SA504	КТ933А
2SA505	КТ639Д	2SA52	ГТ109Е
2SA522	КТ326Б	2SA53	ГТ109Д
2SA530	КТ313Б	2SA537	КТ933Б
2SA555	КТ361Е	2SA556	КТ361Е
2SA559	КТ352А	2SA564	КТ3107Д, КТ3107К
2SA564A	КТ3107И	2SA568	КТ345В
2SA58	ГТ322Б	2SA60	ГТ322Б
2SA603	КТ313Е	2SA628	КТ357Г
2SA640	КТ3107К, КТ3107И	2SA641	КТ3107Л
2SA65	ГТ125В	2SA670	КТ816В
2SA671	КТ816Б	2SA673	КТ350А
2SA69	ГТ309Е	2SA70	ГТ309Е
2SA71	ГТ309Е	2SA715B	КТ639В
2SA715C	КТ639В	2SA715D	КТ639В
2SA718	КТ313Б	2SA72	ГТ322В
2SA73	ГТ322В	2SA733	КТ3107И
2SA738B	КТ639В	2SA738C	КТ639В
2SA738D	КТ639В	2SA741H	КТ352А
2SA743	КТ639Г	2SA743A	КТ639Г
2SA750	КТ3107К	2SA755A	КТ932Б
2SA755B	КТ932В	2SA768	КТ816В
2SA769	КТ816Г	2SA779K	КТ639В
2SA78	ГТ321Д	2SA780AK	КТ639Д
2SA781K	КТ345Б	2SA811C5	КТ3129Б9
2SA811C6	КТ3129Г9	2SA812M4	КТ3129Б9

2SA812M5	КТ3129Б9
2SA844C	КТ3107И
2SA876H	КТ313Б
2SA93	ГТ322В
2SA999	КТ3107И
2SAA212	ГТ125А
2SB1016	КТ818Г
2SB1018	КТ818Г
2SB110	ГТ124А
2SB112	ГТ124В
2SB114	КТ3107Г
2SB115	ГТ124В
2SB117	ГТ124Г
2SB120	МП41А
2SB130	П201АЭ
2SB136	МП20Б, МП25А
2SB15	ГТ125А
2SB171	МП40А
2SB173	МП39А
2SB176	МП20Б, МП25Б
2SB181A	П202Э
2SB201	МП20А, МП25Б
2SB262	ГТ115В
2SB302	ГТ109Е
2SB32	МП39А
2SB335	МГТ108В
2SB361	ГТ806А

2SA815	КТ814Г
2SA844D	КТ3107И
2SA92	ГТ322Б
2SA962A	КТ639Д
2SA999L	КТ3107И
2SB1017	КТ816Г
2SB1019	КТ818В
2SB111	ГТ124Б
2SB113	ГТ124В
2SB114	ГТ124Б
2SB116	ГТ124Г
2SB12	ГТ124А
2SB13	ГТ124А
2SB135	ГТ124В
2SB136A	МП20Б, МП25А
2SB170	МП39А, МП40А
2SB172	МП20А, МП25Б
2SB175	МП41А
2SB180A	П201АЭ
2SB200	МП20А, МП25Б
2SB261	ГТ115А
2SB263	МП25Б
2SB303	ГТ115Г
2SB33	МП41А
2SB336	МГТ108В
2SB362	ГТ806Б

2SB367	П201АЭ
2SB37	МП41А
2SB40	МП42Б
2SB43	ГТ125В
2SB434G	КТ837Р
2SB435G	КТ837Р
2SB44	ГТ124В
2SB443A	МГТ108Г
2SB444A	МГТ108Г
2SB448	П201АЭ
2SB466	П201АЭ
2SB468	ГТ810А
2SB473	П201АЭ
2SB481	П201АЭ
2SB497	МГТ108Е
2SB551H	КТ932Б
2SB558	КТ818ГМ
2SB57	МГТ108Б
2SB596	КТ816Г
2SB61	МП41А
2SB693H	КТ925Г
2SB709A	КТ3129Г9
2SB754	КТ818Б
2SB90	ГТ109Г
2SB97	ГТ109В
2SC1000GTM	КТ3102Б
2SC1008A	КТ630Б

2SB368	П201АЭ
2SB39	ГТ115А
2SB400	МГТ108Г
2SB434	КТ837Р
2SB435	КТ837У
2SB439	МП39Б,МП41А
2SB440	МП39Б,МП41А
2SB443B	МГТ108Г
2SB444B	МГТ108Г
2SB456	П202Э
2SB467	П202Э
2SB47	МГТ108Г,МГТ108Б
2SB48	ГТ125Б
2SB49	ГТ125В
2SB54	ГТ124Г
2SB553	КТ818В
2SB56	ГТ125Г
2SB595	КТ816Г
2SB60	МП41А
2SB650H	КТ925Г
2SB709	КТ3129Д9
2SB75	ГТ125В
2SB834	КТ835Б,КТ837В
2SB906	КТ835Б,КТ837В
2SB996	КТ816Г
2SC1008	КТ630Д
2SC101A	КТ902А

2SC1044	KT355A
2SC1056	KT605Б
2SC1090	KT372A
2SC1111	KT802A
2SC1113	KT808A
2SC1145	KT808БМ
2SC1172A	KT839A
2SC1173	KT943A
2SC131	KT616Б
2SC132	KT616Б
2SC134	KT616A
2SC137	KT616Б
2SC1454	KT812Б
2SC151H	KT603A
2SC1556	KT940Б
2SC1576	KT812A
2SC1618	KT808A
2SC1622Д6	KT3130Б9
2SC1623L	KT3130A9
2SC1625	KT943B
2SC171	KT306Д
2SC1815	KT3102Б
2SC1827	KT817Г
2SC1846	KT645A
2SC1894	KT839A
2SC1896	KT839A
2SC2068	KT940A

2SC105	KT312Б
2SC108A	KT630Г
2SC109A	KT928Б
2SC1112	KT802A
2SC1114	KT812Б
2SC1172	KT839A
2SC1172B	KT839A
2SC1260	KT399A
2SC1317	KT645A
2SC133	KT616Б
2SC135	KT616A
2SC1440	KT945A
2SC1504	KT809A
2SC1550	KT940Б
2SC1569	KT940A
2SC1617	KT812Б
2SC1619	KT808A
2SC1622Д7	KT3130Б9
2SC1624	KT943B
2SC170	KT306Д
2SC172	KT306Д
2SC1826	KT817Г
2SC1828	KT828A
2SC188	KT617A
2SC1895	KT839A
2SC2036	KT646A
2SC2121	KT828A

2SC2137	KT812A,KT828Б
2SC2231	KT940В
2SC2242	KT940А
2SC2404	KT3130Г9
2SC2431	KT945А
2SC247	KT602Г
2SC253	KT325А
2SC2611	KT604БМ
2SC2790A	KT828А
2SC2794	KT943Б
2SC282	KT630Д
2SC307	KT630Г
2SC309	KT630А
2SC33	KT312Б
2SC3419	KT646А
2SC3423	KT940В
2SC366G	KT645А
2SC370	KT375Б
2SC372	KT375Б
2SC395A	KT616А
2SC400	KT306В
2SC402	KT358В
2SC404	KT358Б
2SC42	KT802А
2SC44	KT803А
2SC454C	KT3102В
2SC458	KT3102В

2SC2138	KT812А
2SC2231A	KT940В
2SC2258	KT940Б
2SC2405	KT3130Г9
2SC2456	KT940А
2SC249	KT602Б
2SC2562	KT805AM
2SC2790	KT828А
2SC2791	KT828А
2SC281	KT312Б
2SC306	KT312Б
2SC308	KT630Г
2SC310	KT630В
2SC3335	KT940Б
2SC3422	KT805AM
2SC3424	KT940Б
2SC367G	KT645А
2SC371	KT375Б
2SC390	KT368А
2SC40	KT316Г
2SC401	KT358В
2SC403	KT358Б
2SC41	KT802А
2SC43	KT802А
2SC454B	KT3102В
2SC454D	KT3102В
2SC458KB	KT3102В

2SC458KC	KT3102В
2SC458LGB	KT3102Д
2SC458LGD	KT3102Д
2SC482	KT617А
2SC497	KT630Б
2SC503	KT630Г
2SC505	KT618А
2SC507	KT611Г
2SC510	KT630В
2SC517	KT903А
2SC520A	KT802А
2SC525	П701А
2SC538A	KT3102Б
2SC549	KT904Б
2SC553	KT907Б
2SC583	KT368Б
2SC598	KT904А
2SC612	KT325В
2SC618A	KT325А
2SC633	KT315Б
2SC635	KT904Б
2SC641	KT315Г
2SC65	KT611В
2SC67	KT640В
2SC712	KT375Б
2SC752GTM	KT645А
2SC788	KT618А

2SC458KD	KT3102В
2SC458LGC	KT3102Д
2SC481	KT630Д
2SC493	KT803А
2SC498	KT630Б
2SC504	KT630Г
2SC506	KT611Б
2SC508	KT802А
2SC512	KT630Г
2SC519A	KT802А
2SC521A	KT803А
2SC538	KT3102Г
2SC543	KT907Б
2SC55	Г125Г
2SC563	KT339Г
2SC594	KT608А
2SC601	KT306Б
2SC618	KT325А
2SC620	KT375А
2SC634	KT315Г
2SC64	KT601А
2SC642	KT904А
2SC66	KT611Г
2SC68	KT340В
2SC727	П307Б
2SC779	KT809А
2SC790	KT817Б

2SC793	KT803A
2SC809	KT325B
2SC825	KT809A
2SC828A	KT3102Б
2SC893	П701А
2SC923	KT3102Г
2SC959S	KT630Б
2SC977	KT913А
2SD127	ГТ404Е
2SD127A	ГТ404Б
2SD128A	ГТ404И
2SD1356	KT817Г
2SD1408	KT817Г
2SD147	П702
2SD195	МП38А
2SD202	KT808А
2SD234	KT817А
2SD292	KT817В
2SD32	МП38А
2SD37	МП37А
2SD526	KT817Г
2SD601A	KT3130Б9
2SD640	KT828Б
2SD668A	KT611БМ
2SD68	KT902А
2SD686	KT829А
2SD692	KT829А

2SC796	KT603А
2SC815	KT645А
2SC828	KT3102В
2SC829	KT358Б
2SC900	KT3102Г
2SC945	KT3102Д
2SC976	KT911Г
2SC978	KT913Б
2SD1279	KT839А
2SD128	ГТ404И
2SD1354	KT817В
2SD1406	KT817В
2SD146	П702А
2SD148	П702
2SD201	KT808А
2SD203	KT808А
2SD235	KT817Б
2SD31	МП35
2SD33	МП38А
2SD47	KT908А
2SD601	KT3130Б9
2SD605	KT834А
2SD668	KT611БМ
2SD675A	KT945А
2SD685	KT834А
2SD691	KT829А
2SD716	KT819ГМ

2SD72	ГТ404И
2SD75A	МП36А
2SD821	КТ839А
2SD843	КТ819ГМ
2SD877	КТ802А
2N1024	КТ104Б
2N1028	КТ104А
2N105	ГТ109Б
2N107	ГТ115А
2N1175	МП20Б
2N1204A	ГТ321Г
2N1219	КТ104Г
2N1221	КТ104Г
2N1223	КТ104А
2N128	ГТ310Д
2N130	МГТ108А
2N1301	ГТ308А
2N131	МГТ108Б
2N132	МГТ108В
2N1329	ГТ705В
2N133	МГТ108Б
2N1354	МП42Б
2N139	ГТ109Е
2N1413	МП39Б, МП20А
2N1415	МП20А, МП39Б
2N1494A	ГТ321Г
2N1499B	ГТ305Б

2SD75	МП36А
2SD820	КТ839А
2SD822	КТ839А
2SD867	КТ808АМ
2SD880	КТ817В
2N1027	КТ104Б
2N104	МП40А
2N1051	КТ604А
2N109	МП20Б
2N1204	КТ312Г
2N1218	ГТ705Г
2N1220	КТ104А
2N1222	КТ104А
2N123	МП42Б
2N1292	ГТ705В
2N1300	ГТ308А
2N1303	МП20А
2N131A	МГТ108Б
2N1321	ГТ705В
2N132A	МГТ108В
2N1353	МП42А
2N1384	ГТ321Д
2N1390	КТ301Д
2N1414	МП39Б, МП20А
2N1420	КТ630Е
2N1499A	ГТ305А
2N1500	ГТ305Г

2N1507	КТ630Е
2N1526	П422
2N1565	КТ601А
2N1566A	КТ602Б
2N1573	П308
2N1585	ГТ311Ж
2N1643	КТ104А
2N1683	ГТ308Б
2N1701	П702
2N1711	КТ630Г,КТ630Е
2N1716	П701А
2N1727	П417
2N1742	ГТ313Б
2N1745	ГТ305Б
2N1747	П417
2N175	П27
2N1754	ГТ305А
2N1785	П417А
2N1787	П417
2N1839	КТ617А
2N1854	ГТ308Б
2N1865	П417Б
2N1889	КТ630Г
2N1890	КТ630Б
2N190	МП25А
2N1924	МП21Г
AC107	ГТ115А

2N1524	П422
2N1564	КТ601А
2N1566	КТ602Г,П307Б
2N1572	П309
2N1574	П308
2N1613	КТ630Г
2N1681	МП42Б
2N1700	КТ801Б
2N1702	КТ803А
2N1714	П701А
2N1726	П701А
2N1728	П417А
2N1743	ГТ313А
2N1746	П417
2N1748	ГТ305В
2N1752	П417
2N178	П216Б
2N1786	П417
2N1838	КТ617А
2N1840	КТ617А
2N1864	П417
2N186A	МП20А,МП25Б
2N189	МП25А
2N1893	КТ630А
2N191	МП25Б
2N1925	МП21Г
AC116	МП25А

AC117	ГТ402И
AC122	ГТ115Г
AC125	МП20Б
AC127	ГТ404Б
AC132	МП20Б, ГТ402Е
AC139	ГТ402И
AC141В	ГТ404Б
AC150	МГТ108Д
AC160	П28
AC171	МГТ108Г
AC181	ГТ404Б
AC183	МП36А, МП38А
AC185	ГТ404Г
AC188	ГТ402Е
AC541	МП39Б
ACY24	МП26Б
AD1202	П213Б
AD130	П217
AD132	П217
AD139	П213
AD143	П210В
AD148	ГТ703В
AD150	ГТ703Г
AD155	ГТ403Е
AD162	ГТ703Г
AD164	ГТ403Б
AD262	П213

AC121	МП20А
AC124	ГТ402И
AC126	МП20Б
AC128	ГТ402И
AC138	ГТ402И
AC141	ГТ404Б
AC142	ГТ402И
AC152	ГТ402И
AC170	МГТ108Г
AC176	ГТ404А
AC182	МП20Б
AC184	ГТ402И
AC187	ГТ404Б
AC540	МП39Б
AC542	МП39Б, МП41А
ACY33	ГТ402И
AD1203	П214Б
AD131	П217
AD138	П216
AD142	П210Б
AD145	П210В, П216В
AD149	ГТ703В
AD152	ГТ403Б
AD161	ГТ705Д
AD163	П217
AD169	ГТ403Е
AD263	П214А

AD301	ГТ703Г	AD302	П216
AD303	П217	AD304	П217
AD312	П216	AD313	П217
AD314	П217, ГТ701А	AD325	П210Б, ГТ701А
AD431	П213	AD436	П213
AD438	П214А	AD439	П215
AD457	П214А	AD465	П213Б
AD467	П214А	AD469	П215
AD542	ГТ701А, П217	AD545	П210Б
ADP665	ГТ403Б	ADP666	ГТ403Г
ADP670	П201АЭ	ADP671	П201АЭ
ADP672	П202Э	ADY27	ГТ703В
AF106	ГТ328Б	AF106А	ГТ328В
AF109	ГТ328А	AF139	ГТ346Б
AF178	ГТ309Б	AF200	ГТ328А
AF201	ГТ328А	AF202	ГТ328А
AF239	ГТ346А	AF240	ГТ346Б
AF251	ГТ346А	AF252	ГТ346А
AF253	ГТ328А	AF256	ГТ328Б
AF260	П29А	AF261	П30
AF266	МП20А, МП42Б	AF271	ГТ322В
AF272	ГТ322В	AF275	ГТ322Б
AF279	ГТ330Ж	AF280	ГТ330И
AF426	ГТ322Б	AF427	ГТ322Б
AF428	ГТ322Б	AF429	ГТ322Б
AF430	ГТ322В	AFY11	ГТ313А
AFY12	ГТ328Б	AFY13	ГТ305В

AFY15	П30	AFY29	ГТ30.Б
AFZ11	ГТ309Б	AL100	ГТ806В
AL102	ГТ806В	AL103	ГТ806Б
ASX11	МП42Б	ASX12	МП42Б
ASY26	МП20А,МП42А	ASY31	МП42А
ASY33	МП20А,МП42А	ASY34	МП20А,МП42А
ASY35	МП20А,МП42Б	ASY70	МП42
ASY76	ГТ403Б	ASY77	ГТ403Г
ASY80	ГТ403Б	ASZ1015	П217В
ASZ1016	П217В	ASZ1017	П217В
ASZ1018	П217В	ASZ15	ГТ701А,П217А
ASZ16	П217А	ASZ17	П217А
ASZ18	ГТ701А,П217В	AT270	МП20А,МП42Б
AT275	МП20А,МП42Б	AU103	ГТ810А
AU104	ГТ810А	AU107	ГТ810А
AU108	ГТ806Б	AU110	ГТ806Д
AU113	ГТ810А	AUY10	ГТ905А,П608А
AUY18	П214А	AUY19	П217
AUY20	П217	AUY21	П210Б
AUY21A	П210Б	AUY22	П210Б
AUY22A	П210Б	AUY28	П217
AUY35	ГТ806А	AUY38	ГТ806В
BC100	KT605А	BC101	KT301Е
BC107A	KT342А	BC107AP	KT3102А
BC107B	KT342Б	BC107BP	KT310Б
BC108A	KT342А	BC108AP	KT3102В
BC108B	KT342Б	BC108BP	KT310В

BC108C	KT342В
BC109B	KT342Б
BC109C	KT342В
BC119	KT630Д
BC140	KT630Г
BC142	KT630Г
BC146-01	KT373А
BC146-03	KT373В
BC147B	KT373Б
BC148B	KT373Б
BC149B	KT373Б
BC157	KT361Г
BC160-6	KT933Б
BC167A	KT373А
BC168A	KT373А
BC168C	KT373В
BC169C	KT373В
BC170B	KT375Б
BC171B	KT373Б
BC172B	KT373Б
BC173B	KT373В
BC177AP	KT3107А
BC178A	KT349В
BC178BP	KT3107Д
BC179AP	KT3107Е
BC182A	KT3102А
BC182C	KT3102Б

BC108CP	KT3102Г
BC109BP	KT3102Д
BC109CP	KT3102Е
BC139	KT933Б
BC141	KT630Г
BC143	KT933Б
BC146-02	KT373Б
BC147A	KT373А
BC148A	KT373А
BC148C	KT373В
BC149C	KT373В
BC158A	KT349В
BC161-6	KT933А
BC167B	KT373Б
BC168B	KT373Б
BC169B	KT373Б
BC170A	KT375Б
BC171A	KT373А
BC172A	KT373А
BC172C	KT373В
BC173C	KT373Б
BC177VIP	KT3107Б
BC178AP	KT310В
BC178VIP	KT3107В
BC179BP	KT3107Ж
BC182B	KT3102Б
BC183A	KT3102А

BC183B	KT3102Б
BC184A	KT3102Д
BC192	KT351Б
BC212B	KT3107И
BC213A	KT3107Б
BC213C	KT3107К
BC216A	KT351А
BC218A	KT340Б
BC226A	KT351Б
BC234A	KT342А
BC235A	KT342Б
BC237B	KT3102Б
BC238B	KT3102В
BC239B	KT3102Д
BC250A	KT361А
BC285	П308
BC300	KT630Б
BC307A	KT3107Б
BC308A	KT3107Г
BC308C	KT3107К
BC309C	KT3107Л
BC318	KT3102Б
BC320A	KT3107Б
BC321A	KT3107Б
BC321C	KT3107К
BC322C	KT3107Л
BC355A	KT352А

BC183C	KT3102Б, KT3102
BC184B	KT3102Е
BC212A	KT3107Б
BC212C	KT3107К
BC213B	KT3107И
BC216	KT351А
BC218	KT340Б
BC226	KT351Б
BC234	KT342А
BC235	KT342Б
BC237A	KT3102А
BC238A	KT3102А,KT3102В
BC238C	KT3102Г
BC239C	KT3102Е
BC250B	KT361Б
BC286	KT630Г
BC307A	KT3107Б
BC307B	KT3107И
BC308B	KT3107Д
BC309B	KT3107Е
BC317	KT3102А
BC319	KT3102Е
BC320B	KT3107Д
BC321B	KT3107И
BC322B	KT3107Ж
BC355	KT352Б
BC382B	KT3102Б

BC382C	KT3102Г
BC383C	KT3102Е
BC384C	KT3102Е
BC452	KT3102Б
BC454A	KT3107Б
BC454C	KT3107К
BC455B	KT3107Д
BC456A	KT3107Е
BC456C	KT3107Л
BC521	KT3102Д
BC526A	KT3107И
BC526C	KT3107К
BC527-6	KT644А
BC547B	KT3102Б
BC548A	KT3102А
BC548C	KT3102Г
BC549B	KT3102Д
BC557	KT361Д
BC557B	KT3107И
BC558A	KT3107Г
BC559	KT3107Ж
BCF30	KT3129Г9
BCF33	KT3130Е9
BCF81	KT3130Б9
BCP627B	KT373Б
BCP628A	KT373А
BCP628C	KT373В

BC383B	KT3102Д
BC384B	KT3102Д
BC451	KT3102В
BC453	KT3102Д
BC454B	KT3107И
BC455A	KT3107Г
BC455C	KT3107К
BC456B	KT3107Ж
BC513	KT345А
BC521C	KT3102Д
BC526B	KT3107И
BC527-10	KT644Б
BC547A	KT3102А
BC547C	KT3102Г
BC548B	KT3102В
BC549A	KT3102Д
BC549C	KT3102Е
BC557A	KT3107А
BC558	KT3107Д
BC558B	KT3107Д
BCF29	KT3129В9
BCF32	KT3130В9
BCF70	KT3129Г9
BCP627A	KT373А
BCP627C	KT373В
BCP628B	KT373Б
BCV71	KT3130А9

BCV72	KT3130Б9	BCW29	KT3129В9
BCW30	KT3129Г9	BCW31	KT3130В9
BCW32	KT3130В9	BCW33	KT3130Г9
BCW47	KT373А	BCW48	KT373Б, KT373В
BCW49	KT373Б, KT373В	BCW57	KT361Г
BCW58	KT361Е	BCW60А	KT3130А9
BCW60B	KT3130Б9	BCW60C	KT3130В9
BCW60D	KT3130Е9	BCW61A	KT3129В9
BCW61B	KT3129Г9	BCW61C	KT3129Г9
BCW69	KT3129Б9	BCW70	KT3129Г9
BCW71	KT3130А9	BCW72	KT3130Б9
BCW81	KT3130Б9	BCW89	KT3129Б9
BCY10	KT208Е	BCY11	KT208Л
BCY12	KT208Д	BCY30	KT208Л
BCY31	KT208М	BCY32	KT208М
BCY33	KT208Г	BCY34	KT208Г
BCY38	KT501Д	BCY39	KT501М
BCY40	KT501Д	BCY42	KT312Б
BCY43	KT312В	BCY54	KT501К
BCY56	KT3102Б	BCY57	KT3102Е
BCY58A	KT342А	BCY58B	KT342Б
BCY58C	KT342Б	BCY58D	KT342В
MA909	МП26А	MA910	МП26А
MJ2500	KT825Д	MJ2501	KT825Г
MJ3000	KT827В	MJ3001	KT827Б
MJ3480	KT839А	MJ3520	KT827В
MJ3521	KT827А	MJ4030	KT825Д

MJ4031	KT825Г	MJ4032	KT825Г
MJ4033	KT827В	MJ4034	KT827Б
MJ4035	KT827А	MJ420	KT618А
MJ480	KT803А	MJ481	KT803А
MJE3055	KT819Б	MM1748	KT316А
MM3000	KT602А	MM3001	KT611В
MM3375	KT904Б	MM404	МП42Б
MM8006	KT399А	MM8007	KT399А
MMT2857	KT382Б	MMT8015	KT382А
MPS2711	KT503А	MPS2712	KT503Б
MPS2713	KT306БМ	MPS2714	KT306БМ
MPS3638	KT351А	MPS3638	KT351А
MPS3639	KT357А	MPS3640	KT347Б
MPS3702	KT3107Д	MPS3703	KT3107А
MPS3705	KT645А	MPS3707	KT3102Д
MPS3708	KT3102В	MPS3709	KT3102А
MPS3710	KT3102В	MPS3711	KT3102Г
MPS404	KT209Е	MPS404A	KT209К
MPS6512	KT3102Д	MPS6513	KT3102Д
MPS6514	KT3102Д	MPS6515	KT3102Д
MPS6516	KT3107Е	MPS6517	KT3107Е
MPS6518	KT3107Ж	MPS6519	KT3107Л
MPS6530	KT645А	MPS6532	KT645А
MPS6562	KT350А	MPS6563	KT350А
MPS6565	KT645А	MPS6566	KT645А
MPS6571	KT3102Г	MPS706	KT645А
MPS706A	KT375А	MPS834	KT306БМ

MPSA09	KT3102Б
MPSL08	KT363А
MPSU01A	KT807Б
MPSU06	KT807Б
MPSU51	KT639Б
MPSU55	KT639Г
MPS-H37	KT339AM
NE1010E-28	KT913Б
NKT73	МГТ108Б
SC206D	KT373А
SC206F	KT373В
SC207E	KT373Б
SD1300	KT399А
SDN6000	KT834В
SDN6002	KT834А
SDN6252	KT834Б
SDT3207	KT908Б
SDT7012	KT908Б
SF121A	KT617А
SF122A	KT617А
SF123A	KT602В
SF123C	KT602Г
SF126B	KT617А
SF128A	KT630Г
SF128C	KT630Г
SF129A	KT630А
SF129C	KT630А

MPSL07	KT363А
MPSU01	KT807Б
MPSU05	KT807Б
MPSU07	KT807А
MPSU51A	KT639Б
MPSU56	KT626Б, KT639Б
MSA7575	KT907А
NKT11	МГТ108Г
SC206E	KT373Б
SC207D	KT373А
SC207F	KT373Б
SD1301	KT399А
SDN6001	KT834Б
SDN6251	KT834В
SDN6253	KT834А
SDT3208	KT908А
SDT7013	KT908А
SF121B	KT617В
SF122B	KT617А
SF123B	KT602Г
SF126A	KT617А
SF126C	KT617А
SF128B	KT630Г
SF128D	KT630Г
SF129B	KT630А
SF129D	KT630Б

SF131E	KT3102B
SF132E	KT3102Б
SF136D	KT342A
SF136F	KT342B
SF137E	KT342Б
SF150B	KT611Г
SF21	KT617A
SF215D	KT373A
SF216C	KT373Г, KT375A
SF216E	KT373Б
SFT124	KT501Е
SFT130	KT501Е
SFT143	KT501Ж
SFT145	KT501Ж
SFT163	П423
SFT212	Г703Г
SFT214	П217
SFT238	П216
SFT240	П217
SFT251	МП20А, МП39Б
SFT253	МП20А, МП39Б
SFT307	KT208В
SFT316	П422
SFT320	П416
SFT322	МП20Б
SFT325	Г7402И
SFT352	МП39Б

SF131F	KT3102Г
SF132F	KT3102Г
SF136E	KT342Б
SF137D	KT342A
SF137F	KT342B
SF150C	KT611Г
SF215C	KT373А, KT375Б
SF215E	KT373Б
SF216D	KT373A
SF22	KT617A
SFT125	KT501Е
SFT131	KT501Е
SFT144	KT501И
SFT146	KT501И
SFT187	KT602A
SFT213	Г703Г
SFT223	МП20Б
SFT239	П217
SFT250	Г701А, П217
SFT252	МП20А, МП39Б
SFT306	МП39Б
SFT308	KT208В
SFT319	П416
SFT321	МП20А
SFT323	МП20Б
SFT351	МП39Б
SFT353	МП39Б

SFT354	П422
SFT358	П423
SS106	KT340В
SS109	KT340В
SS126	KT608А
SS218	KT340Г,KT375Б
SSY20	KT617А
101NU70	МП35
103NU70	МП37
105NU70	МП36А
107NU70	МП36А
153NU70	МП36А
155NU70	МП38А
2T3532	KT602А
2T3841	KT343А
3NU73	ГТ703Г
40675	KT912Б
4NU73	ГТ703Д
5NU72	ГТ403Е
5NU74	ГТ701А
6NU74	ГТ701А
7NU74	ГТ701А
D41D4	KT626Б
EFT212	П216
EFT214	П217
EFT306	МП40
EFT308	KT208Б

SFT357	П422
SFT377	ГТ404Ж
SS108	KT340В
SS125	KT617А
SS216	KT340Г,KT375Б
SS219	KT340Г,KT375Б
102NU70	МП35
104NU70	МП36А
106NU70	МП36А
152NU70	МП38
154NU70	МП38
2T3531	KT602А
2T3674	KT355А
3NU72	ГТ403Б
3NU74	ГТ701А
4NU72	ГТ403Б
4NU74	ГТ701А
5NU73	П213
6NU73	П215
7NU73	П215
D41D1	KT626А
D41D7	KT626В
EFT213	П216
EFT250	П217
EFT307	МП40
EFT311	МП20А

EFT312	МП20А
EFT317	П401
EFT320	П401
EFT322	МП20А
EFT331	МП20А
EFT333	МП20Б
EFT342	МП21Д
G116	МГТ108Д
GC101	ГТ109А
GC117	МГТ108Д
GC121	МП20А, МП39Б
GC123	МП21Г
GC501	ГТ402Е
GC507	МП20А
GC509	ПМ21Г
GC512K	ГТ403Е
GC516	МП20А
GC518	МП20Б
GC525	МП35А, МП36А
GC527	МП36А, МП38А
GCN56	МП21Г
GD170	П213Б
GD180	П214А
GD241	П213
GD243	П214А
GD607	ГТ404Г
GD609	ГТ404Б

EFT313	МП20Б
EFT319	П401
EFT321	МП20А
EFT323	МП20Б
EFT332	МП20А
EFT341	МП21Д
EFT343	МП21Д
GC100	ГТ109А
GC112	МП26А
GC118	МГТ108Д
GC122	МП20А
GC500	ГТ402Д
GC502	ГТ402И
GC508	МП20Б
GC510K	ГТ403Е
GC515	МП20А
GC517	МП20Б
GC519	МП20Б
GC526	МП36А, МП37А
GCN55	МП20А
GD160	П213Б
GD175	П213Б
GD240	П213
GD242	П214А
GD244	П215
GD608	ГТ404Б
GD617	П201АЭ

GD618	П201АЭ
GF126	ГТ309Г
GF130	ГТ309Д
GF147	ГТ346А
GF502	ГТ313А
GF504	ГТ313А
GF506	ГТ328Б
GF514	ГТ313Б, ГТ322А
GF516	ГТ322А
GFY50	ГТ322Б
GS111	МП42Б
GS121	МП42
KC148	КТ373А, КТ373Б
KC507	КТ342Б
KC509	КТ342Б
KD602	КТ808А
KF503	КТ602Б
KF507	КТ617А
KSA539R	КТ502В
KSA545O	КТ502Г, КТ502Д
KSA54Y	КТ502Г, КТ502Д
KSC853R	КТ503Г, КТ503Д
KSD227O	КТ503Б
KSY21	КТ616Б

GD619	П203Э
GF128	ГТ309Б
GF145	ГТ346А
GF501	ГТ313Б
GF503	ГТ313Б
GF505	ГТ328Б
GF507	ГТ346Б
GF515	ГТ322А
GF517	ГТ322Б
GS109	МП42А
GS112	МП25А
KC147	КТ373А, КТ373Б
KC149	КТ373Б, КТ373В
KC508	КТ342Б
KD601	КТ803А
KF173	КТ339В
KF504	КТ611Г
KSA539O	КТ502Г
KSA539Y	КТ502Г
KSA545R	КТ502Д
KSC853O	КТ503Г
KSC853Y	КТ503Г
KSD227Y	КТ503Б
KSY34	КТ608А

## Глава 5. Справочник радиолюбителя.

## Маркировка и характеристика отечественных тиристоров.

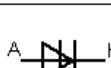
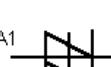
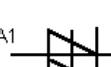
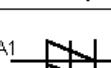
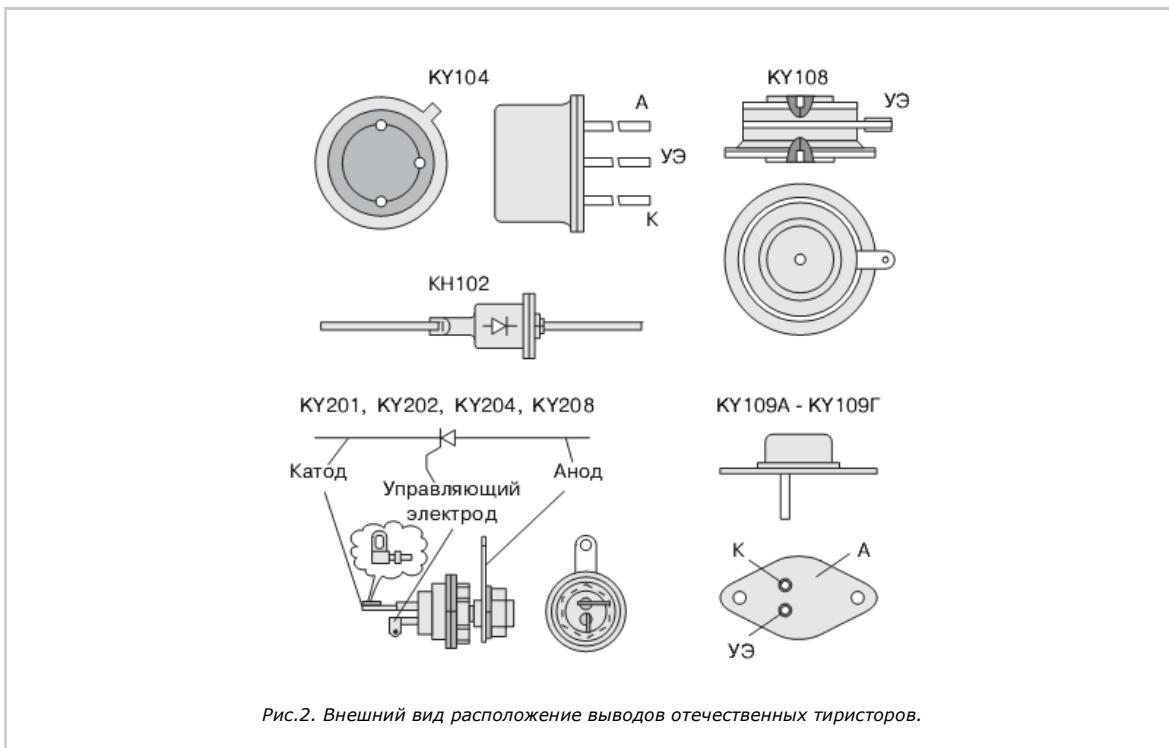
Тип	Назначение	Изакрыв.	Iср.	Иимп.	P	Упр.откр.	Уобр.	Iудерж.	Iперекл.	Маркировка
		В	A	A	Вт	В	В	mA	mA	
KH102A		5 (20)	0,2	2		1,5	10	3		<b>KH102A</b>
KH102Б		7 (28)	0,2	2		1,5	10	3		<b>KH102Б</b>
KH102В		10 (40)	0,2	2		1,5	10	3		<b>KH102В</b>
KH102Г		14 (56)	0,2	2		1,5	10	3		<b>KH102Г</b>
KH102Д		20 (80)	0,2	2		1,5	10	3		<b>KH102Д</b>
KH102Ж		30 (120)	0,2	2		1,5	10	3		<b>KH102Ж</b>
KH102И		50 (150)	0,2	2		1,5	10	3		<b>KH102И</b>
KP1125КП2		18...21...24	0,05	0,25...1,2	0,25	1,2...3,5		3	0,13	
KY120A		6...7,5...9	0,2	1	0,25	1,5		0,1	0,12	<b>■ А</b>
KY120Б		12...14...16	0,2	1	0,25	1,5		0,1	0,12	<b>■ Б</b>
KY120В		18...21...24	0,2	1	0,25	1,5		0,1	0,12	<b>■ В</b>
2N4990		7...8...9	0,2	1	0,25	1,5	30			<b>4990</b>
DB-3		28...32...36		2	0,15	5			0,1	<b>DB-3</b>
KP1167КП1А		6...7...8	0,15	3		1,2...3,5		3	0,15	
KP1167КП1Б		14...15...16	0,15	3		1,2...3,6		3	0,15	Две зел. Точки
KP1167КП1В		19,5...21...22,5	0,15	3		1,2...3,7		3	0,15	
KY503А		6...7,5...9	0,2	1	0,25	1,5		0,1	0,12	<b>▲ А</b>
KY503Б		12...14...16	0,2	1	0,25	1,5		0,1	0,12	<b>▲ Б</b>
KY503В		18...21...24	0,2	1	0,25	1,5		0,1	0,12	<b>▲ В</b>
2N4991		6...7,5...9	0,2	1	0,25	1,5		0,2	0,15	<b>4991</b>
2N4992		6...7,5...9	0,2	1	0,25	1,5		0,1	0,12	<b>4992</b>
KP1125КП3А		7,5...8,5...9,5	0,15	0,6...3	0,25	1,2...2,5		1	0,15	<b>3А</b>
KP1125КП3Б		14...15...16	0,15	0,6...3	0,25	1,2...2,5		1	0,15	<b>3Б</b>
KP1125КП3В		19...21...23	0,15	0,6...3	0,25	1,2...2,5		1	0,15	<b>3В</b>
KY110А		300	0,3	0,6	0,2	1,9	10	3,5		<b>KY110А</b>
KY110Б		200	0,3	0,6	0,2	1,9	10	3,5		<b>KY110Б</b>
KY110В		100	0,3	0,6	0,2	1,9	10	3,5		<b>KY110В</b>
KY111А		400	0,3	10	0,25	1,5 (5) (100)	1			<b>KY111А</b>
KY111Б		200	0,3	10	0,25	1,5 (5) (100)	1			<b>KY111Б</b>
KY111В		400	0,3	10	0,25	1,5 (5) (100)	1			<b>KY111В</b>
KY112А		30	0,05	2		(2,4)	30			<b>12А</b>
KY118Г		400	0,51	7	0,5	1,5	6	5	0,12	<b>Дг</b>
KY118Д		500	0,51	7	0,5	1,5	6	5	0,12	<b>Дд</b>
ML406		500	0,51	7	0,5	1,5	6	5	0,12	<b>ML406</b>

Рис.1. Маркировка и характеристика отечественных тиристоров.



© 2011 Школа начинающего радиолюбителя с учетом современной электроники (2-е издание)  
Парашотчик программного и веб-интерфейса - Владимир Дригалкин aka LENIN INC.  
Все права защищены.

## Глава 5. Справочник радиолюбителя.

### Микросхемные стабилизаторы напряжения.

Один из важных узлов радиоэлектронной аппаратуры — стабилизатор напряжения в блоке питания. Еще совсем недавно такие узлы строили на стабилитронах и транзисторах. Общее число элементов стабилизатора было довольно значительным, особенно если от него требовались функции регулирования выходного напряжения, защиты от перегрузки и замыкания выхода, ограничения выходного тока на заданном уровне. С появлением специализированных микросхем ситуация изменилась. Выпускаемые микросхемные стабилизаторы напряжения способны работать в широких пределах выходных напряжения и тока, часто имеют встроенную систему защиты от перегрузки по току и от перегревания: как только температура кристалла микросхемы превысит допустимое значение, происходит ограничение выходного тока.

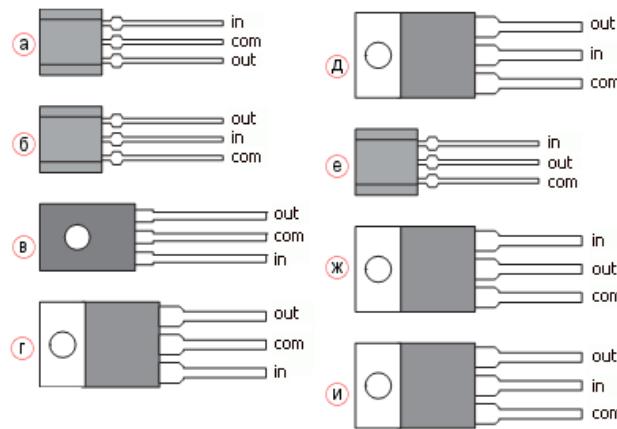


Рис.1. Внешний вид и цоколевка микросхемных стабилизаторов.

В настоящее время ассортимент отечественных и зарубежных микросхем — стабилизаторов напряжения настолько широк, что ориентироваться в нем стало уже довольно трудно. Помещенные ниже таблицы призваны облегчить предварительный выбор микросхемного стабилизатора для того или иного электронного устройства.

В следующей таблице представлен перечень наиболее распространенных на отечественном рынке трехвыводных микросхем линейных стабилизаторов напряжения на фиксированное выходное напряжение и их основные параметры; на Рис.1 упрощенно показан внешний вид приборов, а также указана их цоколевка. В таблицу включены лишь стабилизаторы с выходным напряжением в пределах 5...27В — в этот интервал укладывается подавляющее большинство случаев радиолюбительской практики. Конструктивное оформление зарубежных приборов может отличаться от показанного. Следует иметь в виду, что сведения о рассеиваемой мощности при работе микросхемы с теплоотводом в паспортах приборов обычно не указывают, поэтому в таблицах даны некоторые усредненные ее значения, полученные из графиков, имеющихся в документации. Отметим также, что микросхемы одной серии, но на разные значения напряжения, по рассеиваемой мощности могут различаться. Также существует и иная маркировка. Например, перед обозначением стабилизаторов групп 78, 79, 78L, 79L, 78M, 79M, перечисленных в таблице, в действительности могут присутствовать одна или две буквы, кодирующие, как правило, фирму-изготовитель. Позади указанных в таблице обозначений также могут быть буквы и цифры, указывающие на те или иные конструктивные или эксплуатационные особенности микросхемы.

Выходное	Максимальный	Максимальная	Регулирующий элемент	Копус
----------	--------------	--------------	----------------------	-------

Микросхемы	напряжение, В	ток нагрузки, А	рассеиваемая мощность, Вт	включен в цепь	(см.рис.1)
KP1157EH501A; KP1157EH501B KP1157EH601A; KP1157EH601B KP1157EH801A; 5 KP1157EH801B 6 KP1157EH901A; 8 KP1157EH901B 9 KP1157EH1201A; 12 KP1157EH1201B 15 KP1157EH1501A; 18 KP1157EH1501B 24 KP1157EH1801A; KP1157EH1801B KP1157EH2401A; KP1157EH2401B		0,1	0,5	плюсовую	KT-26 (1,б)
KP1157EH502A; KP1157EH502B KP1157EH602A; KP1157EH602B KP1157EH802A; 5 KP1157EH802B 6 KP1157EH902A; 8 KP1157EH902B 9 KP1157EH1202A; 12 KP1157EH1202B 15 KP1157EH1502A; 18 KP1157EH1502B 24 KP1157EH1802A; 24 KP1157EH1802B 27 KP1157EH2402A; KP1157EH2402B KP1157EH2702A; KP1157EH2702B		0,1	0,5	плюсовую	KT-26 (1,а)
KP1157EH5A; KP1157EH5Б KP1157EH9A; KP1157EH9Б 5 KP1157EH12A; 9 KP1157EH12Б 12 KP1157EH15A; 15 KP1157EH15Б 18 KP1157EH18A; 24 KP1157EH18Б KP1157EH24A; KP1157EH24Б		0,1	0,5	плюсовую	KT-27-2 (1,в)
KP1168EH5 5 KP1168EH6 6 KP1168EH8 8 KP1168EH9 9 KP1168EH12 12 KP1168EH15 15		0,1	0,5	минусовую	KT-27-2 (1,б)*
78L05 5 78L62 6,2					

78L82 78L09 78L12 78L15 78L18 78L24	8,2 9 12 15 18 24		0,1	0,5	плюсовую	TO-92 (1,а)*
79105 79L06 79L12 79L15 79L18 79L24	5 6 12 15 18 24		0,1	0,5	минусовую	TO-92 или КТ-26 (1,б)*
KP1157EH5B; KP1157EH5Г KP1157EH9B; KP1157EH9Г KP1157EH12B; KP1157EH12Г KP1157EH15B; KP1157EH15Г KP1157EH18B; KP1157EH18Г KP1157EH24B; KP1157EH24Г	5 9 12 15 18 24		0,25	1,3	плюсовую	КТ-27-2 или ТО- 126 (1,в)
78M05 78M06 78M08 78M12 78M15 78M18 78M20 78M24	5 6 8 12 15 18 20 24		0,5	7,5	плюсовую	TO-202 или ТО- 220 (1,г)
79M05 79M06 79M08 79M12 79M15 79M20 79M24	5 6 8 12 15 20 24		0,5	7,5	минусовую	TO-220 (1,д)
KP142EH8Г KP142EH8Д KP142EH8Е KP142EH9Г KP142EH9Д KP142EH9Е	9 12 15 20 24 27		1	10	плюсовую	КТ-28-2 (1,г)
KP142EH5B KP142EH5Г KP142EH8А KP142EH8Б KP142EH8В KPI42EH9А KP142EH9Б KP142EH9В	5 6 9 12 15 20 24 27		1,5	10	плюсовую	КТ-28-2 (1,г)
7805 7806	5 6					

7808	8					
7885	8,5					
7809	9					
7812	12	1,5**	10		плюсовую	TO-220 (1,Г)
7815	15					
7818	18					
7824	24					
7905	5					
7906	6					
7908	8					
7909	9	1,5**	10		минусовую	TO-220 (1,Г)
7912	12					
7915	15					
7918	18					
7924	24					
KP1162EH5A; KP1162EH5Б KP1162EH6A; KP1162EH6Б KP1162EH8A; KP1162EH8Б KP1162EH9A; KP1162EH9Б KP1162EH12A; KP1162EH12Б KP1162EH15A; KP1162EH15Б KP1162EH18A; KP1162EH18Б KP1162EH24A; KP1162EH24Б	5 6 8 9 12 15 18 24	1,5	10		минусовую	КТ-28-2 (1,д)
KP1179EH05 KP1168EH06 KP1179EH08 KP1179EH12 KP1179EH15 KP1179EH24	5 6 8 12 15 24	1,5	10		минусовую	TO-220 (1,д)
KP1180EH5A; KP1180EH5Б KP1180EH6A; KP1180EH6Б KP1180EH8A; KP1180EH8Б KP1180EH9A; KP1180EH9Б KP1180EH12A; KP1180EH12Б KP1180EH15A; KP1180EH15Б KP1180EH18A; KP1180EH18Б KP1180EH24A; KP1180EH24Б	5 6 8 9 12 15 18 24	1,5	10		плюсовую	КТ-28-2 (1,Г)
KP142EH5A KP142EH5Б	5 6	2	10		плюсовую	КТ-28-2 (1,Г)

Типовая схема включения микросхемных стабилизаторов на фиксированное выходное напряжение показана на Рис.2 (а и б). Для всех микросхем емкость входного конденсатора С1 должна быть не менее 2,2 мкФ для керамических или оксидных tantalовых и не менее 10 мкФ — для алюминиевых оксидных конденсаторов, а выходного конденсатора С2 — не менее 1 и 10 мкФ соответственно. Некоторые микросхемы допускают и меньшую емкость, но указанные значения гарантируют устойчивую работу любых стабилизаторов. Роль входного может выполнять конденсатор сглаживающего фильтра, если он расположен не далее 70 мм от корпуса микросхемы.

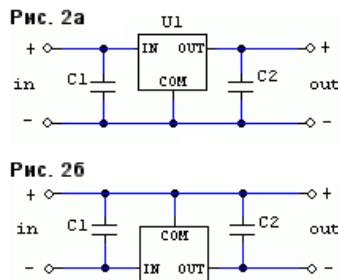


Рис.2. Схема включения стабилизаторов: а - плюсового; б - минусового.

Если требуется нестандартное значение стабилизированного выходного напряжения или плавное его регулирование, удобно использовать специализированные регулируемые микросхемные стабилизаторы, поддерживающие напряжение 1,25 В между выходом и управляющим выводом. Их перечень представлен в следующей таблице...

Микросхемы	Выходное напряжение, В	Максимальный ток нагрузки, А	Максимальная рассеиваемая мощность, Вт	Регулирующий элемент включен в цепь	Копус (см.рис.1)
KP1157EH1	1,2...37		0,6	плюсовую	KT-26 (1,e)
KP1168EH1	1,3...37	0,1	0,5	минусовую	
LM317L				плюсовую	TO-92 (1,e)
LM337LZ			0,625	минусовую	
KP142EH12Б	1,2...37	1		плюсовую	KT-28-2 (1,ж)
KP142EH12А		1,5		плюсовую	
KP142EH18А	1,3...26,5	1	10	минусовую	KT-28-2 (1,и)
KP142EH18Б				минусовую	
LM317T	1,2...37	1,5	15	плюсовую	TO-220 (1,ж)
LM337T				минусовую	

На Рис.3 изображена типовая схема включения для стабилизаторов с регулирующим элементом в плюсовом проводе. Резисторы R1 и R2 образуют внешний регулируемый делитель напряжения, который входит в цепь установки уровня выходного напряжения. Обратим внимание на то, что, в отличие от стабилизаторов на фиксированное выходное напряжение, регулируемые без нагрузки не работают. Минимальное значение выходного тока маломощных регулируемых стабилизаторов равно 2,5...5 мА и 5...10 мА — мощных. В большинстве случаев применения нагрузкой служит резистивный делитель напряжения R1 R2 (см. Рис.3).

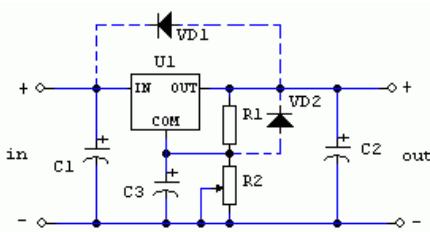


Рис.3. Схема включения регулируемого стабилизатора.

По этой схеме можно включать и стабилизаторы с фиксированным выходным напряжением. Однако, во-первых, потребляемый ими ток значительно больше (2...4 мА) и, во-вторых, он менее стабилен при изменении выходного тока и входного напряжения. По этим причинам максимально возможного коэффициента стабилизации устройства достичь не удастся. Для снижения уровня пульсаций на выходе, особенно при большем выходном напряжении, рекомендуется включать сглаживающий конденсатор С3 емкостью 10 мкФ и более. К конденсаторам С1 и С2 требования такие же, как и к соответствующим конденсаторам фиксированных стабилизаторов.

Если стабилизатор работает при максимальном выходном напряжении, то при случайном замыкании входной цепи или отключении источника питания микросхема оказывается под большим обратным напряжением со стороны нагрузки и может быть выведена из строя. Для защиты микросхемы по выходу в таких ситуациях параллельно ей включают защитный диод VD1. Другой защитный диод — VD2 — защищает микросхему со стороны заряженного конденсатора С3. Диод быстро разряжает этот конденсатор при аварийном замыкании выходной или входной цепи стабилизатора.

© 2011 Школа начинающего радиолюбителя с учетом современной электроники (2-е издание)  
Парашотчик программного и веб-интерфейса - Владимир Дригалкин aka LENIN INC.  
Все права защищены.

## Глава 5. Справочник радиолюбителя.

### Музыкальные синтезаторы серии УМС.

Микросхемные музыкальные синтезаторы разработаны для воспроизведения фрагментов музыкальных произведений в будильниках электронных часов, поэтому первоначально их выпускали в бескорпусном варианте. В целях расширения области применения синтезаторов в дальнейшем был начат выпуск микросхем в пластмассовом корпусе (два конструктивных варианта) для сувениров, игрушек, дверных звонков и других устройств. Это также обусловило широкое применение синтезаторов в радиолюбительской практике.

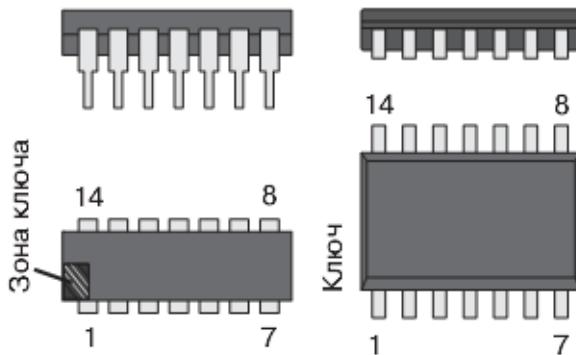


Рис.2. Внешний вид и распиновка музыкальных синтезаторов.

Микросхемы серии УМС выполняют по технологии КМОП, что обеспечивает их высокую экономичность. Основной узел прибора — постоянное запоминающее устройство, в которое на заводе-изготовителе записывают в кодовом виде несколько (до восьми) различных мелодий. В следующей таблице представлен ассортимент выпускаемых синтезаторов и список записанных мелодий. Многие из синтезаторов, кроме мелодий, способны воспроизводить прерывистый звуковой сигнал — последовательность коротких тональных посылок.

Синтезатор	Воспроизводимые мелодии; звуковой сигнал	Прерывистый
УМС7 УМС8 УМС9-100 УМС10-50 УМС11-50	"Турецкий марш"; "Вальс Грибоедова"	+
УМС7-01 УМС8-01	"В лесу прифронтовом";	

УМС9-101 УМС10-51 УМС11-51	"Землянка"; "Эх, дороги"	-
УМС7-02 УМС8-02 УМС9-102 УМС10-52 УМС11-52	"Зорька Венера"; "Крыжачок"; "Отчизна, моя дорогая"; "Сувениры"	+
УМС7-03 УМС8-03 УМС9-103 УМС10-53 УМС11-53	"Песенка Чебурашки"; "Песенка крокодила Гены"	-
УМС7-04 УМС8-04 УМС9-104 УМС10-54 УМС11-54	"Калинка"; "Песня о Родине"; "Подмосковные вечера"	+
УМС7-05 УМС8-05 УМС9-105 УМС10-55 УМС11-55 УМС14-05 УМС15-05	"Свадебный марш"; "У прекрасного голубого Дуная"	-
УМС7-06 УМС8-06 УМС10-56 УМС11-56	"Попурри из немецких песен"	+
УМС7-07 УМС8-07 УМС10-57 УМС11-57	"Одесские куранты"; "Шаланды"	-
УМС7-08 УМС8-08 УМС10-58	Моцарт "Симфония № 40 (соль-минор)"; "Люксембургский сад"; "Кармен" "Лебединое озеро"; "Прощание славянки"; "Тишина кругом"; "Бим-Бом"; "Гопак"	-
УМС7-14	"Елочка";	-

УМС8-14

"Спят усталые игрушки"

© 2011 Школа начинающего радиолюбителя с учетом современной электроники (2-е издание)  
Разработчик программного и веб-интерфейса - Владимир Дригалкин aka LENIN INC.  
Все права защищены.

## Глава 5. Справочник радиолюбителя.

### Зарубежные операционные усилители и их отечественные аналоги.

Операционный усилитель (ОУ) является многофункциональным схемотехническим решением. Он представляет собой микросхему - усилитель постоянного тока с низкими значениями напряжения смещения нуля и входных токов и с высоким коэффициентом усиления. По размерам и цене ОУ практически не отличаются от отдельного транзистора. В то же время, преобразование сигнала схемой на ОУ почти исключительно определяется свойствами цепей обратных связей усилителя и отличается высокой стабильностью и воспроизводимостью. Кроме того, благодаря практически идеальным характеристикам ОУ реализация различных электронных схем на их основе оказывается значительно проще, чем на отдельных транзисторах. Поэтому операционные усилители почти полностью вытеснили отдельные транзисторы в качестве элементов схем во многих областях схемотехники. В следующей таблице представлены ОУ известных фирм.

Тип микросхемы и фирма изготовитель				Аналог	Функциональное назначение
Fairchild	Motorola	National	Texas ins.		
mA709CH	MC1709G	LM 1709L	SN72710L	K153УД1А/Б	ОУ
mA101H	MLM101G	LM101H	SN52101L	K153УД2	ОУ
mA709H	MC1709G	—	SN72709L	K153УД3	ОУ
—	—	LM735	—	K153УД4	микромощный ОУ
mA725C mA725H	—	—	—	K153УД5А/Б K153УД501	прецизионный ОУ
—	—	LM301A LM201Ah	—	K153УД6 K153УЛ601	ОУ
mA702 mA702C	—	—	—	K140УД1А/Б КР140УД1А/В	ОУ
—	MC1456C MC1456G	—	SN72770	K140УД6 КР140УД608	ОУ ОУ
mA741H	MC1741G	LM741H	SN72741L	K140УД7	ОУ
mA740H	MC1556G	—	—	K140УД8	ОУ с полевым входом
mA709	—	—	—	КР140УД9	ОУ
—	—	LM118	SN52118	K140УД10	высокоточный ОУ
—	—	LM318	—	K140УД11	быстродействующий ОУ

mA776C	MC1776G	—	—	K140УД12	микромощный ОУ
mA108H	—	LM108H	SN52108	K140УД14	прецзионный ОУ
—	—	LM308	—	K140УД1408	прецзионный ОУ
—	—	LM741CH	—	K140УД16	прецзионный ОУ
mA747CN mA747C	—	—	—	K140УД20 КР140УД20	два ОУ
—	—	LM301	—	K157УД2	два ОУ
—	MC75110	—	SN75110N	K170АП1	два передатчика в линию
—	MC75107	—	SN75107N	K170УП1	два приемника с линии
mA726	—	—	—	K516УП1	дифференциальная пара с температурной компенсацией
—	—	LM318	SN72318	K538УН1	малошумящий УНЧ
mA740	MC1740P	LM740	SN72740N	K544УД1	ОУ с полевым входом
—	—	LM381	—	K548УН1	два малошумящих предусилителя
mA725B	—	—	—	КР551УД1А/Б	ОУ
mA739С	—	—	—	КМ551УД2А/Е	малошумящий ОУ
mA709	MC1709P	LM709	SN72709N	K553УД1	ОУ
—	—	M101A1V	—	K553УД1А	высокоэкономичный ОУ
—	—	LM301AP	—	K553УД2	высокоэкономичный ОУ
mA709	—	—	—	K533УД3	ОУ
—	—	LM2900	—	K1401УД1	четыре ОУ
—	—	LM324	—	K1401УД2	четыре ОУ
mA747C	—	LM4250	—	K1407УД2	программируемый малошумящий ОУ
—	—	LM343	—	K1408УД1	высоковольтный ОУ

В следующей таблице представлены операционные усилители различных фирм, не вошедших в предыдущий список.

Тип микросхемы и фирма производитель				Аналог	Функциональное назначение
Разных фирм	RCA	Analog Devices	Hitachi		
SFC2741	—	—	—	КФ140УД7	ОУ
OP07E	—	—	—	K140УД17А/Б	прецизионный ОУ
LF355	—	—	—	K140УД18	широкополосный ОУ
LF356H	—	—	—	K140УД22	широкополосный ОУ
LF157	—	—	—	K140УД23	быстродействующий ОУ
ICL7650	—	—	—	K140УД24	прецизионный ОУ
—	CA3140	—	—	K1409УД1	прецизионный ОУ
—	—	—	HA2700	K154УД1А/Б	быстродействующий ОУ
—	—	—	HA2530	K154УД2	быстродействующий ОУ
—	—	AD509	—	K154УД3А/Б	быстродействующий ОУ
—	—	—	HA2520	K154УД4	быстродействующий ОУ
TBA931	—	—	—	KР551УД2А/Б	ОУ
—	CA3130E	—	—	K544УД2А/Б	ОУ с полевым входом
LF357	—	—	—	KР544УД2А/Б	ОУ с полевым входом
—	—	AD513	—	K574УД1А—В	ОУ с полевым входом
TL083	—	—	—	K574УД2А—В	двуихканальный быстродействующий ОУ

© 2011 Школа начинающего радиолюбителя с учетом современной электроники (2-е издание)  
 Разработчик программного и веб-интерфейса - Владимир Дригалкин aka LENIN INC.  
 Все права защищены.

## Об авторе...



Автор книги "**Школа начинающего радиолюбителя с учетом современной электроники**", а также ее программного интерфейса - Дригалкин Владимир Владимирович aka LENIN INC. LENIN - это прозвище, которое было дано мне еще в школе в связи с большой схожестью с портретом В.И.Ленина в молодости. Припоминаете, в те славные застойные времена портреты с кучерявшим Ульяновым были чуть ли не в каждом классе. Ну, а приставка INC - моя бурная фантазия, которая появилась гораздо позже. Теперь же почти все мои программные продукты начинаются с LENIN INC, что значит только одно - они созданы мной. Таким образом, я решил выделять свои программы из огромнейшего количества софта.

Я родился в Киеве (Украина) в 1975 году. Окончил обычную среднюю школу, при этом не забывал навещать кружок юного радиолюбителя во Дворце пионеров и такого же характера кружок при ЖЭКе. После школы поступил в Университет имени Т.Г.Шевченка на факультет журналистики. Лень мне было поступать на факультеты, связанные с электроникой. Тут бы пришлось учить физику, математику, предметы к которым я никогда не питал особой любви. Ну а после института ничего интересного, работа, дом... Вообщем как у всех - рутина.

На данный момент я являюсь автором трех печатных изданий. Одна из этих книг - **"Как освоить радиоэлектронику с нуля. Учимся**

**собирать конструкции любой сложности.", как вы уже поняли, посвящена электронике.**

В юношестве был заядлым радиолюбителем, собрал немало разных самоделок, жаль только, что они практически не сохранились. Хотя и сейчас собираю различные устройства.

И напоследок хочу пожелать всем юным радиолюбителям больших успехов на поприще разработки и создания своих собственных устройств! Не забывайте: то, что создано вашими руками - намного ценнее приобретенного за деньги.

С уважением, LENIN INC.

© 2011 Школа начинающего радиолюбителя с учетом современной электроники (2-е издание)  
Разработчик программного и веб-интерфейса - Владимир Дригалкин aka LENIN INC.  
Все права защищены.