

А. П. Кашкаров

**ПОПУЛЯРНЫЙ СПРАВОЧНИК
РАДИОЛЮБИТЕЛЯ**

ИЗДАТЕЛЬСКОЕ
ПРЕДПРИЯТИЕ
РадиоСофт

МОСКВА

2008

УДК
ББК
К

Кашкаров А.П.

К?? Популярный справочник радиолюбителя.— М.: ИП
«РадиоСофт», 2008.— 416 с.: ил.

ISBN 978-5-???

Как заменить радиоэлементы? Как подобрать отечественные компоненты вместо зарубежных? Как быстро и просто подключить силовые оконечные коммутационные узлы? Об этом и многом другом расскажет вам эта книга.

Полезные справочные сведения помогут вам выбрать необходимые радиоэлементы, изучить возможные замены и отремонтировать с минимумом приборов сложную промышленную радиоаппаратуру, затратив на это всего несколько часов своего бесценного времени. Книга снабжена полным глоссарием, пока не встречающимся в современной технической литературе.

Целью книги является популяризация радиолюбительства.

Кладёзь информации в простом доступном изложении будет интересен широкому кругу читателей, радиолюбителей и специалистов.

УДК ???
ББК ???

ISBN 978-5-

© А. П. Кашкаров, 2008
© Оформление ИП «РадиоСофт», 2008

ОГЛАВЛЕНИЕ

Глава 1. СПРАВОЧНЫЕ ДАННЫЕ И ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ПОПУЛЯРНЫХ МИКРОСХЕМ	7
1. Микросхемы К1014КТ1А—К1014КТ1В	7
<i>Область применения разработки</i>	10
2. Микросхемы К190КТ1А—К190КТ1В	11
<i>О деталях</i>	14
3. Микросхема КР1006ВИ1	15
<i>Практические схемы</i>	16
<i>О деталях</i>	21
<i>Варианты применения</i>	22
<i>Наладживание</i>	23
4. Микросхема КР1006ВИ1 в режиме сверхстабильного таймера	23
<i>О наладживании и деталях</i>	25
5. Микросхема КР1182ПМ1	26
<i>Сенсорный включатель на микросхеме КР1182ПМ1</i>	31
<i>О деталях</i>	33
<i>Особенности сенсора</i>	34
6. Микросхема КР1064ПП1	35
7. Микросхема К140УД33	37
<i>О деталях</i>	41
Глава 2. СПРАВОЧНИК ДЛЯ РАДИОЛЮБИТЕЛЕЙ	43
1. Взаимозамены отечественных и зарубежных транзисторов	43
2. Зарубежные транзисторы. Аналоговые замены	50
3. Полевые транзисторы. Справочные данные и электрические характеристики	71
4. Мощные СВЧ кремниевые транзисторы	76
5. Электрические характеристики мощных биполярных транзисторов Дарлингтона	76
6. Электрические характеристики ВЧ транзисторов...	77
7. Силовые модули на полевых транзисторах	78
8. Тиристоры. Аналоговые замены.	78
9. Цифровые микросхемы. Сведения по взаимозаменяемости отечественных и зарубежных аналогов	84

10. Аналоговые микросхемы. Сведения по взаимозаменяемости отечественных и зарубежных аналогов	87
11. Соответствие зарубежных микросхем-аналогов, выпускаемых в разных фирмах.....	90
12. Аналоги операционных усилителей	92
13. Микросхемы для усиления аудио- видеосигналов	96
14. Микросхемы технологии ЭСЛ	104
15. Популярные микроконтроллеры фирм Atmel и AVR	106
<i>Микроконтроллеры фирмы Atmel</i>	113
16. Процессорно-ориентированные микросхемы с СМ и Risc системами команд	114
17. Микросхемы-аналоги для телефонии	120
18. Микросхемы-стабилизаторы и преобразователи напряжения	122
19. Прочие микросхемы различного назначения	129
20. Коммутаторы и мультиплексоры. Справочные данные	130
<i>Микросхемы на биполярных транзисторах</i>	132
<i>Современные микросхемы на элементах КМОП</i>	133
<i>Приборы с оптоэлектронной развязкой</i>	136
21. Популярные оптроны и оптореле. Справочные данные	147
<i>Маркировка оптронов</i>	150
<i>Оптоэлектронные реле</i>	151
22. Популярные светодиоды. Справочные данные и электрические характеристики	160
<i>Сверхяркие светодиоды отечественного производства</i>	161
<i>Мигающие светодиоды</i>	161
<i>Полноцветные светодиоды</i>	163
<i>Популярные одноцветные светодиоды</i>	165
23. Фотодиоды и фототранзисторы. Справочные данные	180
24. Микрофоны. Справочные данные и электрические характеристики	182
25. Популярные герконы. Справочные данные и электрические характеристики	185

26. Динамические головки. Справочные данные и электрические характеристики	189
27. Предохранители. Маркировка и справочные данные	203
<i>Приборы отечественного производства</i>	204
<i>Приборы зарубежного производства</i>	206
<i>Самовосстанавливающиеся предохранители фирм Bourns и Raychem</i>	210
28. Популярные отечественные диоды, стабилитроны и стабилитроны. Справочные данные	214
29. Отечественные и зарубежные коаксиальные кабели. Справочный обзор	247
<i>Кабели отечественного производства</i>	249
<i>Зарубежные коаксиальные кабели</i>	249
<i>Радиочастотные кабели</i>	250
30. Популярные диодисторы. Справочные данные	264
31. Керамические и многослойные конденсаторы. Вопросы применения	267
<i>Трехвыводные проходные конденсаторы в цепях питания высокочастотных устройств</i>	275
<i>Перспектива применения конденсаторов</i>	279
32. Прочие элементы. Справочные данные	280
33. Линейные стабилизаторы напряжения широкого применения	280
<i>Положительные относительно общего провода</i>	280
<i>Отрицательные относительно общего провода</i>	285
34. Маркировка SMD элементов	284
35. Ультразвуковые датчики-излучатели фирмы Murata	298
36. Полезные и справочные данные в Интернет	299
<i>Авторский профайл</i>	300
<i>Радиолюбителям</i>	300
<i>Радиолюбителям, работающим в эфире</i>	301
<i>Сайты по спортивной радиопелинкации</i>	302
<i>Поставщики радиостанций и аксессуаров</i>	302
<i>Поставщики радиокомпонентов</i>	303
<i>Книги по электронике и другим наукам</i>	303
<i>Ремонт</i>	304
<i>Автомобильные сигнализации</i>	304
<i>Разные полезные ссылки</i>	304

37. Фирмы-производители электронных компонентов и их адреса в Интернет	313
38. Справочные данные популярных реле	
фирмы Omron	315
Силовые реле для установки на печатную плату ...	315
Автомобильные реле	316
Реле MOSFET	316
Штыревые реле 8-контактные	317
Реле для поверхностного монтажа	
4-контактные	317
Высоко профильные реле	317
Для поверхностного монтажа 8 контактов	318
Компактное исполнение реле 4-контактные	318
Реле общего применения	319
39. Миниатюрные и сверхминиатюрные лампы накаливания (МН, МНЛ, МНМ, СМН).	
Справочные данные	319
40. Кодовая и цветовая маркировка индуктивностей	328
41. Популярные варикапы. Справочные данные	337

ПРИЛОЖЕНИЯ

1. Заземление бытовой техники	353
2. Включение безрелейных оконечных электронных узлов	364
3. Согласующие каскады в узлах управления нагрузкой	374

ГЛОССАРИЙ

Специальные термины	379
Для любителей радиосвязи	394

ЛИТЕРАТУРА	403
------------------	-----

Глава 1

ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ПОПУЛЯРНЫХ МИКРОСХЕМ

В этой главе представлена справочная информация по популярным микросхемам, с помощью которых радиолюбитель сможет самостоятельно разрабатывать и заменять микросхемы и их узлы.

1. Микросхемы К1014КТ1А—К1014КТ1В

Микросхему 1014КТ1, содержащую пару однотипных полевых транзисторов, часто используют для замены полевых транзисторов типа КП501 и аналогичных. Данная микросхема содержит близко похожие по электрическим характеристикам два однотипных полевых транзистора.

Почему возникает актуальная проблема замены «полевиков» на транзисторы, включенные по схеме Дарлингтона? Биполярные транзисторы, включенные по схеме Дарлингтона (соединенные коллектором), часто используют радиолюбители в своих конструкциях. Известно, что при таком включении, относительно параметров усилителя тока на одном из таких транзисторов, в подавляющем большинстве случаев коэффициент усиления по току увеличивается в десятки раз.

Но добиться значительного запаса работоспособности по напряжению, воздействующему на каскад, удастся не всегда. Усилители по схеме Дарлингтона, состоящие из двух биполярных транзисторов (схема включения показана на рис. 1), часто выходят из строя при воздей-

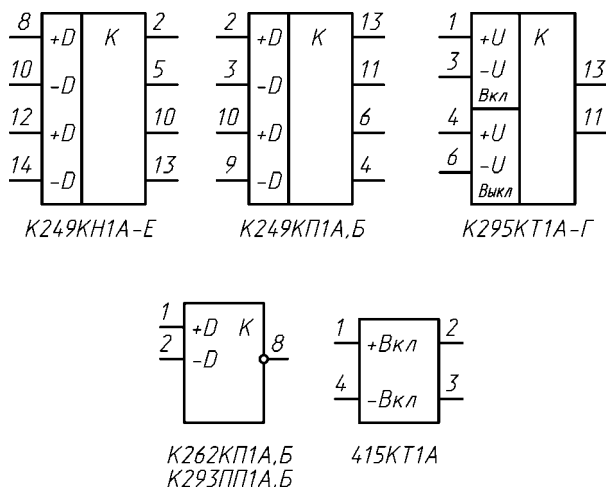


Рис. 1. Схема включения транзисторов по схеме Дарлингтона

вии импульсного напряжения, даже если оно не превышает значение электрических параметров, указанных в справочной литературе.

Бороться с этим неприятным эффектом можно разными способами. Одним из них — самым простым — является применение в составной паре транзистора с большим (в несколько раз) запасом ресурса по напряжению коллектор-эмиттер.

На практике это достигается увеличением себестоимости конструкции из-за относительно высокой стоимости таких «высоковольтных» транзисторов. Как еще один вариант — возможно приобрести специальные составные кремниевые транзисторы в одном корпусе (например, КТ712, КТ825, КТ827, КТ829, КТ834, КТ848, КТ852, КТ853, КТ894, КТ897, КТ898, КТ972, КТ973 и др.). Среди этого списка есть мощные и средней мощности приборы, разработанные практически для всего спектра радиотехнических устройств.

Но есть и альтернативный вариант — замена классической схемы Дарлингтона двумя параллельно включенными полевыми транзисторами типа КП501В (можно использовать приборы КП501А—КП501В, КП540 и другие с аналогичными электрическими характеристиками). Вывод затвора подключают вместо базы $VT1$, а вывод истока — вместо эмиттера $VT2$ (рис. 1), вывод стока — вместо объединенных коллекторов $VT1$, $VT2$. Схема включения полевых транзисторов вместо «составного» показана на рис. 2.

После такой несложной доработки (замены узлов в электрических схемах, носящих универсальный характер применения) усилитель тока на транзисторах $VT1$, $VT2$ не выходит из строя даже при многократной перегрузке по приложенному напряжению, достигающей значения в 10 и более раз.

Причем, сопротивление ограничительного резистора в базе $VT1$, увеличивается также в несколько раз, из-за того, что полевые транзисторы имеют более высокое входное сопротивление электрическому току и, как следствие, выдерживают перегрузки при импульсном характере управления данным электронным узлом. Сопротивление резистора $R1$ в доработанном варианте выбирается в зависимости от характера нагрузки. При этом максимальный ток не должен превышать 0,2 А (в случае применения полевого транзистора из серии КП501). Сопротивление $R1$ (согласно схеме на рис. 2) выбирают таким образом, чтобы на выводе затвора параллельно соединенных полевых транзисторов присутствовало $1/2 U_{\text{пит}}$.

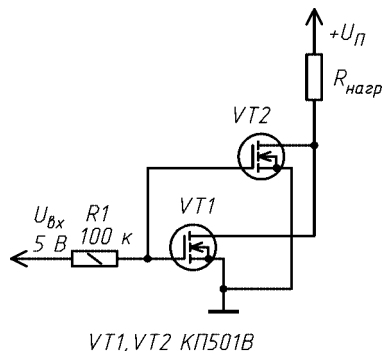


Рис. 2. Замена полевыми транзисторами составного транзистора по схеме Дарлингтона

Коэффициент усиления по току полученного каскада не менее 50. Он увеличивается также прямо пропорционально увеличению напряжения питания узла.

Оба полевых транзистора микросхемы 1014КТ1 соединяют параллельно так, как показано на рис. 2.

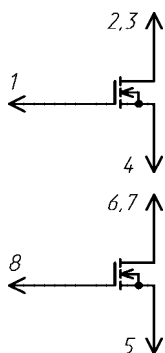


Рис. 3. Цоколевка микросхем 1014КТ1А–1014КТ1В

При отсутствии дискретных транзисторов типа КР501А–КР501В без потери качества работы устройства применяют микросхему 1014КТ1В. Отличительная особенность именно этой микросхемы от, например, 1014КТ1А и 1014КТ1Б в том, что рекомендуемый вариант выдерживает более высокие перегрузки по приложенному напряжению импульсного характера — до 200 В постоянного напряжения.

Цоколевка включения транзисторов микросхемы 1014КТ1А–1014КТ1В показана на рис. 3.

На практике, также, как в предыдущем варианте, полевые транзисторы включают параллельно.

Область применения разработки. Рекомендуемым автором методом опробованы и успешно заменены десятки электронных узлов, включенных по схеме Дарлингтона. Область применения данных узлов в радиолюбительских конструкциях универсальна (токовые ключи) — такая же, как и область применения составных транзисторов, включенных по схеме Дарлингтона. Отличительная особенность (кроме вышеперечисленных) в том, что полевые транзисторы энергоэкономичны и в закрытом состоянии из-за высокого входного сопротивления практически тока не потребляют. Управлять полевыми транзисторами можно с помощью ультрамалого (десятки мкА) входного тока, а по цене они сегодня практически равны среднемошным транзисторам типа

КТ815, КТ817, КТ819 (и другими), которые принято использовать в качестве усилителя тока для управления устройствами нагрузки.

2. Микросборки К190КТ1, КР190КТ1, КР190КТ2

Микросборка серии К190КТ1, выпускавшаяся ЛОЭП «Светлана» в Ленинграде — Санкт-Петербурге, сегодня, на мой взгляд, незаслуженно забыта радиолюбителями. А между тем, эта микросборка, содержащая в себе пятерку однотипных полевых транзисторов, предназначенная разработчиками для реализации токовых ключей и усилителей аналоговых сигналов в электронных схемах, по своим параметрам ничуть не уступает другим аналогичным микросборкам.

Известно, что популярные полевые транзисторы КП501 (с любым буквенным индексом) можно заменить микросборкой К1014КТ1 (содержащей четыре транзистора). А для микросборки К190КТ1 и К190КТ2, что называется, не досталось популярности и славы. Но списывать ее со счетов безусловно рано — аргументами для этого утверждения является ее универсальность, небольшая стоимость и приемлемые электрические характеристики, позволяющие использовать микросборку как коммутатор в цепях мультиплексоров аналоговых сигналов (в том числе ЗЧ), сборку отдельных полевых транзисторов, объединенных между собой стоками, в различных радиолюбительских конструкциях.

Много «корпусов» микросборок К190КТ1 и К190КТ2 еще остались в запасниках радиолюбителей невостребованными, поэтому, наверное, самое время исправить ситуацию и рассмотреть этот забытый шедевр электронной промышленности подробно. Ведь самые простые радиолюбительские конструкции такие, как пробники, усилители, коммутаторы и сигнализаторы можно легко собрать за один вечер, используя одну только микросборку К190КТ1 и К190КТ2.

Интегральные коммутаторы К190КТ1, К190КТ2 (зарубежные аналоги соответственно МЕМ2009, МL160) объединяют в своем корпусе соответственно пять и четыре полевых МОП-транзистора с каналом *n*-типа, которые при необходимости могут быть заменены полевыми дискретными транзисторами КП304А—КП304В, КП301А—КП301В. Основная функция рассматриваемых микросборок — электронные переключатели-коммутаторы в устройствах звуковой техники. Электронные переключатели входов позволяют свести к минимуму наводки на коммутируемые цепи, упрощают конструкцию и повышают надежность устройства.

В исходном состоянии все транзисторы микросборки закрыты.

Рассматриваемые микросборки хорошо зарекомендовали себя как маломощные электронные ключи. Для этих устройств не предусмотрено отдельного питания, только общий провод объединяет два или пять ключей, как показано на рис. 4.

Питание в виде постоянного напряжения в диапазоне 8–22 В подключают непосредственно к нагрузке (реле). Управление электронным ключом данной конфигурации осуществляют подачей на соответствующий вход потенциала общего провода (+).

Недостатком микросборки является ее специфическое отрицательное (относительно общего провода) питание. Однако несмотря на это можно реализовать с помощью нее полезные электронные устройства.

Одним из примеров практических электронных схем с участием К190КТ1 является схема чувствительного анализатора, представленная на рис. 5.

Микросборка полевых транзисторов *DA1* потребляет очень малый ток — менее 0,08 мА. Это качество удобно использовать в различного рода сигнализаторах состояний (параметрических сигнализаторах). Предположим, что движок переменного резистора *R2* изначально находится в нижнем (по схеме) положении. Тогда в данной

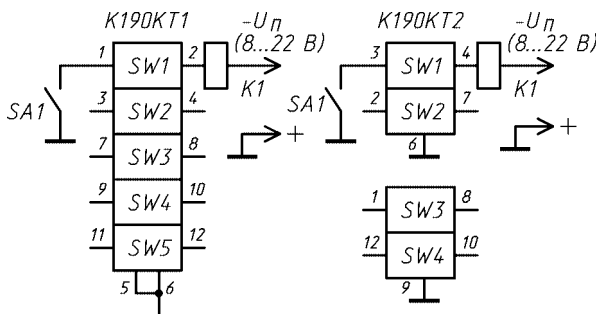


Рис. 4. Схема подключения аналоговых ключей микросборки K190KT2 и K190KT1

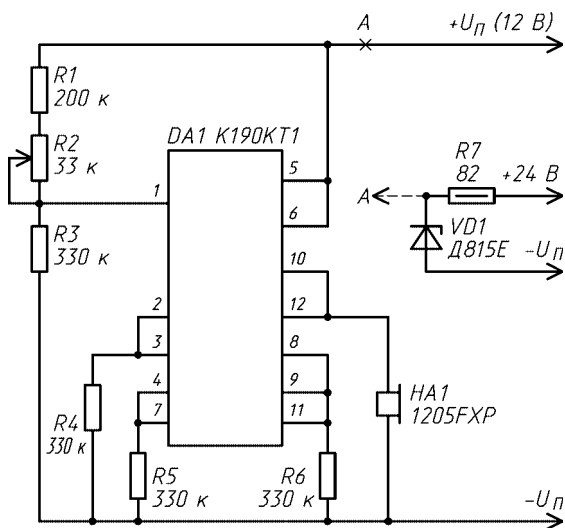


Рис. 5. Электрическая схема чувствительного сигнализатора

схеме при напряжении питания контролируемого узла (U_n) более 7 В звуковой капсюль со встроенным генератором не активен. При снижении контролируемого

напряжения до 7 В и ниже на выходе *DA1* появляется напряжение высокого уровня, близкое к контролируемому, и звуковой капсюль начинает генерировать однотональный сигнал ЗЧ.

Изменением сопротивления переменного резистора *R2* устанавливают порог срабатывания параметрического сигнализатора. Благодаря применению полевых транзисторов в микросборке *K90KT1*, получилось очень чувствительное устройство контроля входного напряжения. Разница между состоянием включения и отключения звукового сигнализатора составляет всего 40 мВ.

Вместо звукового капсюля *HA1* можно применить и другой индикатор, например светодиод. Полевые транзисторы, составляющие микросхему, подключены последовательно — выход первого ключа *KK1* соединен со входом второго, выход второго — со входом третьего и выход третьего ключа *KK3* (вывод 8 *DA1*) соединен одновременно с входами двух последних ключей, включенных параллельно (для увеличения мощности выходного сигнала), поэтому удалось достигнуть увеличения выходного тока — к объединенным выводам 10 и 12 микросборки *DA1* можно подключать сигнализатор с током потребления до 80 мА. При более мощной нагрузке проблема решается не намного сложнее — достаточно установить между выходом *DA1* (выводы 10 и 12) и нагрузкой (сигнализатором) токовый ключ на полевом или биполярном транзисторе.

О деталях. Все постоянные резисторы типа МЛТ-0,125. Переменный (регулируемый) резистор *R2* типа РП1-63М или аналогичный, с линейной характеристикой изменения сопротивления. Если сигнализатор используется для контроля фиксированного напряжения, после настройки данный резистор заменяют постоянным соответствующего сопротивления. Звуковой капсюль со встроенным генератором — типа FY-14A, KPI-1410 или аналогичный. В устройстве допустимо применять микросборки *K190KT1A*, *K90KT1П*.

Контролируемое напряжение (напряжение питания сигнализатора) может находиться в пределах 8–22 В, что позволяет использовать сигнализатор в широком спектре возможностей, в том числе в качестве тестера постоянного напряжения при ремонте и профилактике неисправностей в электрических цепях автомобиля и в широком спектре других схожих случаев. Для работы в сетях с постоянным напряжением 24 В (грузовой автотранспорт) между 5, 6 выводами микросборки *DA1* и $+U_{\text{п}}$ включают ограничивающий резистор сопротивлением 56–82 Ома и стабилитрон *VD1* (на напряжение стабилизации 17–22 В), защищающие микросхему от перенапряжения (показаны на рис. 5 пунктиром).

3. Микросхема КР1006ВИ1

Интегральная микросхема КР1006ВИ1 является отечественным аналогом микросхемы LM555 и представляет собой высокостабильную интегральную схему, предназначенную для формирования прецизионных временных интервалов и колебаний генератора. В микросхеме предусмотрены дополнительные входы сброса и запуска. В режиме формирования задержки длительность временного интервала определяется номиналами подключаемых к устройству резисторов и конденсатора. В режиме мультивибратора частота свободных колебаний и их скважность задаются двумя внешними резисторами и одним конденсатором.

Также предусмотрена возможность запуска или сброса внутренней схемы отрицательными фронтами сигналов. В практике встречались различные наименования и типы корпусов одного и того же прибора. SE666, NE555, UA555, ICL555 и др. Некоторые зарубежные производители предлагают данную микросхему в круглом металлическом корпусе (LM555H — «Нэшенл семикондактор корпорейшн»). Другой вариант LM555J, также достаточно распространен в восьмивыводном

пластмассовом корпусе с двухрядным расположением выводов. Все эти микросхемы взаимозаменяемы, так как цоколевка и назначение выводов у них совпадают. Некоторая разница все же присутствует — различают таймеры 555 в биполярном и МОП исполнении. Соответственно электрические и мощностные параметры у таких микросхем сходны, однако таймеры, основанные на МОП транзисторах еще более помехоустойчивы и, кроме того, имеют ток потребления на порядок ниже их биполярного собрата КР1006ВИ1.

Практические схемы. Резкое включение или выключение света, как минимум, вызывает чувство дискомфорта, либо ослепляет, либо погружает во тьму. Не стоит забывать и о высокой вероятности перегорания нити ламп накаливания при включении их на полную мощность без предварительного разогрева. На рис. 6 представлена простая электрическая схема для плавного включения и выключения ламп накаливания, работающих в цепи постоянного тока напряжения 12 В.

Основное назначение этого устройства — замедленное плавное выключение и включение освещения в салоне автомобиля. Также может применяться и для управления мощными 12 В галогенными лампами комнатных светильников, получающих питание от понижающего трансформатора с выпрямителем. При необходимости и желании, скорректировав параметры времязадающих цепей, это устройство можно использовать по своему усмотрению.

При подаче напряжения питания 12–15 В, при разомкнутой кнопке *SA1* на выходе *DA1* (вывод 3) устанавливается высокий уровень. Конденсатор *C3* разряжен через открытый коллекторный переход *n-p-n* транзистора микросхемы (вывод 7, выход с открытым коллектором). Так как конденсатор *C1* в этот момент разряжен, транзистор *VT1* закрыт, заряд конденсатора *C3* невозможен. В это время генерация *DA1* отсутствует, мощный полевой транзистор *VT2* постоянно открыт, лампа накалива-

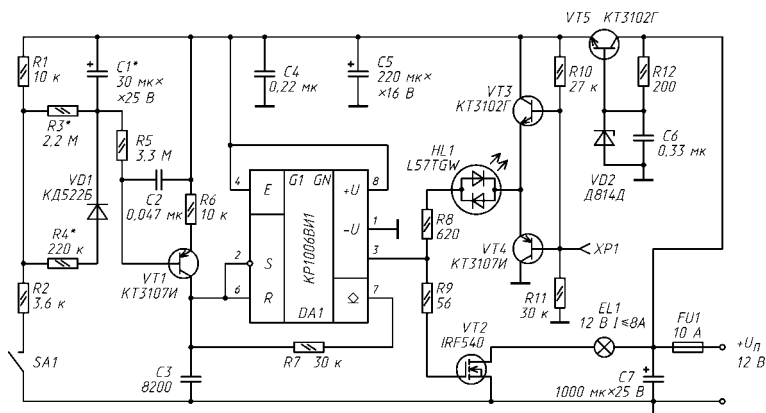


Рис. 6. Электрическая схема устройства
плавного управления лампами накаливания
с помощью микросхемы КР1006ВИ1

ния светит с максимальной яркостью. После замыкания контактов *SA1* конденсатор *C1* начинает заряжаться по цепи *R2*, *R3*. Через несколько секунд, после того как напряжение на эмиттерном переходе *VT1* достигнет напряжения 0,45 В, этот транзистор начинает открываться. Когда ток в его цепи достигнет достаточного уровня, появится генерация *DA1*. На выводе 3 микросхемы в этот момент будут следовать короткие импульсы отрицательной полярности.

Первоначально, после появления генерации, скважность следования импульсов достигает нескольких тысяч, поэтому ни снижение яркости лампы, ни мерцание незаметны. По мере зарядки конденсатора *C1* транзистор *VT1* открывается сильнее. Время заряда конденсатора *C3* до напряжения выше порогового напряжения переключения *DA1* постепенно уменьшается. Время разряда этого конденсатора не изменяется, так как номинал резистора *R7* постоянен. Все это приводит к тому, что скважность импульсов на выводе 3 постепенно уменьшается, средняя мощность, подаваемая на

лампу *EL1*, уменьшается, яркость ее свечения плавно снижается. Частота переключения максимальна при скважности близкой к 2 и составляет около 1300 Гц. На лампу в этот момент поступает примерно половина мощности. Конденсатор *C1* продолжает заряжаться, ток в коллекторной цепи *VT1* растет. Скважность импульсов начинает увеличиваться. Но теперь транзистор *VT2* большее время находится в закрытом состоянии, яркость свечения лампы продолжает уменьшаться. Примерно через 60–70 с после замыкания кнопки *SA1* ток коллектора достигает значения, при котором *C3* уже не в состоянии разрядиться до напряжения ниже порогового через резистор *R7* и транзистор микросхемы. Генерация срывается, на входе 3 *DA1* устанавливается низкий уровень, транзистор *VT2* закрыт, лампа не светится. При размыкании контактов *SA1* процессы протекают в обратном порядке. Так как обычно желательно получить более быстрое зажигание лампы на полную мощность, чем ее погасание, то разряд конденсатора идет по цепи *R3*, *VD1*, *R4*, *R1*. Резистор *R2* ограничивает напряжение, до которого будет заряжаться конденсатор *C1*, что позволяет зажечь лампу на минимальную мощность не позднее, чем через 0,5 с после размыкания контактов *SA1*.

На двухцветном двухкристальном светодиоде *HL1* и *R11*, *R12*, *VT3*, *VT4* собран узел индикации режима работы. При отключенном напряжении питания нагрузки светодиод индицирует зеленым цветом, а при включенном — красным. При погасании лампы цвет свечения *HL1* меняется в такой последовательности: красный, оранжевый, желтый, желто-зеленый, зеленый. Подачей логического «0» на *XP1* можно отключить светодиодную индикацию, например, когда питание на нагрузку не подается длительное время, что уменьшит потребляемый ток, когда устройство находится в дежурном режиме. Так как напряжение в бортовой сети автомобиля может быть нестабильно, то для защиты микросхемы и полевого транзистора от повреждений при всплесках напряжения

питания применен параметрический стабилизатор на $VT5$, $VD2$, $R12$, $C6$. Кроме того, этот узел представляет собой фильтр, снижающий уровень помех от системы зажигания, которые могут оказывать дестабилизирующее воздействие на нормальную работу микросхемы $DA1$.

Не всегда есть возможность выполнить цепь подключения нагрузки, как показано на рис. 6. Тогда конструкцию можно модифицировать так, как показано на рис. 7.

Здесь вместо n -канального применен p -канальный мощный полевой транзистор. Стабилитрон $VD3$ защищает затвор транзистора $VT6$ от пробоя при всплесках напряжения питания. Конденсатор $C2$ повышает устойчивость работы системы. Плавкий предохранитель $FU1$ предотвращает повреждение полевого транзистора при перегрузке. При отключенной нагрузке, устройство, собранное по схемам на рис. 6, 7 потребляет ток не более 13 мА при напряжении питания 12 В. Если отключить узел индикации на $HL1$, то ток потребления можно уменьшить. При питании этого устройства выпрямленным напряжением от понижающего трансформатора, напряжение питания на параметрический стабилизатор подается через диод, например КД209А, а между

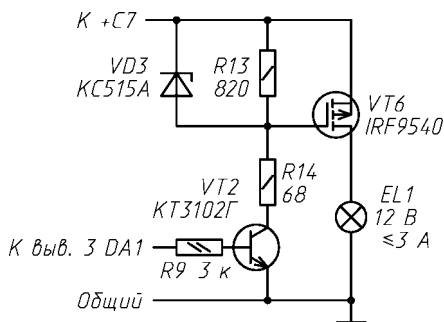


Рис. 7. Дополнение к первоначальному варианту схемы устройства

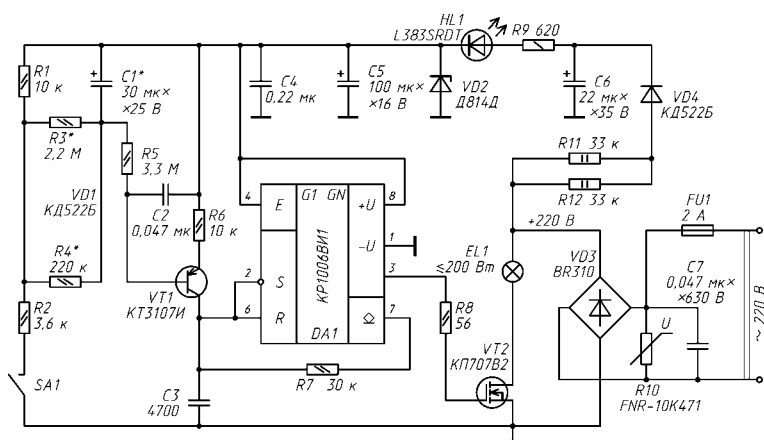


Рис. 8. Электрическая схема устройства управления освещением, предназначенного для работы в цепи переменного тока напряжения 220 В

выводом коллектора *VT5* и общим проводом необходимо включить оксидный конденсатор емкостью 470 мкФ.

На рис. 8 представлена схема устройства управления освещением, предназначенного для работы в цепи переменного тока напряжения 220 В. Его работа во многом аналогична устройству, собранному по схеме на рис. 6.

В этом варианте применен более высоковольтный полевой МОП транзистор, изменена цепь питания микросхемы и узел индикации. Светящийся светодиод *HL1* показывает, что устройство подключено к напряжению сети 220 В. Чтобы предотвратить мерцание лампы, когда яркость свечения минимальна, уменьшением емкости конденсатора *C3* увеличена частота генерации микросхемы. Конденсатор *C6* — фильтр питания, необходим для снижения пульсаций выпрямленного напряжения на *VD2*, которые дестабилизируют совместную работу микросхемы и транзистора *VT1*. Варистор *R10* защищает полевой транзистор от пробоя при импульсных всплесках напряжения сети. Если будет использован варистор

меньшей мощности, то его желательно подключить к выводам стока и истока VT2.

О деталях. В этих конструкциях могут быть применены постоянные резисторы МЛТ, С2-23, С2-33, С1-4 соответствующей мощности. Варистор R10 можно заменить FNR-14K471, FNR-20K431 или аналогичным. Оксидные конденсаторы C1 с малым током утечки типа К52-2. Можно использовать и другие танталовые или ниобиевые конденсаторы с низким током утечки.

Хорошо работают и обычные оксидные конденсаторы на рабочее напряжение 35–63 В фирм *Rubycon*, *Samsung*. Попытки использовать конденсаторы типа К50-35 окажутся безуспешными. Если нет ограничений в габаритах конструкции, предпочтительно и применение конденсаторов большой емкости. Конденсатор C7 (рис. 8) типа К73-17, К73-24, К73-50, К73-56. Остальные неполярные конденсаторы типов К10-17, К10-7, КМ5, КМ6. Диоды КД522Б можно заменить любыми из КД510, КД521, КД103, 1N4148.

Стабилитрон Д814Д заменяется КС213Б, КС213Ж, КС512А, 1N6002В, 1N6003В. Трехамперный диодный мост BR310 при работе с нагрузкой, потребляющей ток до 1 А, на теплоотвод не устанавливают. Диодный мост можно заменить BR34–BR38, KBPC104–KBPC110 или четырьмя диодами 1N5404–1N5408, Д246–Д248 (А, Б), КД202 (К, М, Р). Светодиод L57EGW можно заменить прямоугольным L117EGW, но его яркость свечения примерно вдвое меньше. Светодиод L383SRDT красного цвета свечения с яркостью около 70 мКнд, выполненный в 5 мм прямоугольном корпусе заменим любым из серий L1503, L1513, АЛ307, КИПД15, КИПД21, КИПД66. Транзисторы КТ3107И можно заменить любыми с коэффициентом передачи тока базы не менее 200 из серий КТ3107, SS9015, BC307, 2SA1174. КТ3102Г можно заменить любым из КТ3102, SS9014, BC547, 2SC2784, 2SC1222. Полевой транзистор IRF540 имеет сопротивление открытого канала не более 0,08 Ом, и способен

работать при токе стока до 25 А. При таком токе потери напряжения и мощности на нем составят 2 В и 50 Вт, что слишком много. Поэтому максимальный ток нагрузки ограничен 8 А.

Транзистор IRF540 устанавливают на теплоотвод с площадью охлаждающей поверхности не менее 40 см². При необходимости используются изолирующие прокладки. Его можно заменить аналогичными IRF541, BUZ10, BUZ11, BUZ27, КП723 (с индексами А–В), КП746 (с индексами А, Б). Для большего тока нагрузки можно использовать КП789А, BUZ111S.

Полевой *p*-канальный IRF9540 при токе нагрузки до 3 А можно заменить МТР12Р10, КП785А или двумя IRF9640 в параллельном включении. Высоковольтный КП707В2 при токе нагрузки до 1 А можно заменить любым из серий КП707, КП777 или импортными IRF440, IRF442, IRF840, BUZ213, BUZB82.

Во всех случаях для получения большей нагрузочной способности можно использовать параллельное включение 2–3 однотипных полевых транзисторов. Можно применить более дорогие, но более мощные полевые транзисторы, например, SMW14N50F — 500 В, 56 А, 180 Вт; IRG4PC50F — 600 В, 70 А, 200 Вт. При необходимости увеличиваются размеры теплоотвода. Микросхему можно заменить любым импортным биполярным аналогом 555 или более экономичной XR-L555M.

Варианты применения. Увеличив сопротивление резистора *R12* до 3,6 кОм и установив *VT5* более мощный, например, КТ608, КТ630, 2SC2331, напряжение питания можно увеличить до 24 В (большегрузные автомобили). Временные значения задержки включения-выключения зависят от параметров элементов *R3*, *R4*, *C1*. Устанавливая эти элементы с другими (чем на схеме) номиналами, можно варьировать динамикой зажигания и погасания ламп накаливания.

Оба устройства можно превратить в регуляторы мощности, например, если коллектор *VT1* отключить от его

цепи, а последовательно с $R6$ включить переменный резистор на 220 кОм в реостатном включении — к $R6$ и к общей точке соединения $R7$, $C3$.

Налаживание. Для налаживания устройств удобно пользоваться приспособлением, состоящим из последовательно включенных маломощной динамической головки, конденсатора емкостью 0,68 мкФ и резистора сопротивлением 1,5 кОм. Получившийся пробник одним проводом подключается к выводу 3 DA , другим — к минусовому проводу питания. Если при отключении кнопкой $SA1$ питания нагрузки генерация микросхемы $DA1$ не будет срывать, то нужно или применить транзистор $VT1$ с большим коэффициентом передачи тока базы, или заменить конденсатор $C1$ на экземпляр с меньшим током утечки, например, К53-9.

При наладке устройства, собранного по схеме на рис. 8, необходимо помнить, что все его элементы находятся под напряжением осветительной сети и соблюдать необходимые меры осторожности.

4. Микросхема КР1006ВИ1 в режиме сверхстабильного таймера

Популярная микросхема КР1006ВИ1 приобрела известность среди радиолюбителей задолго до наших дней. Однако интерес к ней не ослабевает и сегодня. Микросхема содержит два прецизионных компаратора, обеспечивающих погрешность сравнения напряжений не хуже 1%. Эта микросхема пользуется репутацией универсального таймера, поскольку является готовой основой для построения различных устройств таких, как мультивибраторы, преобразователи, узлы задержки времени.

Наряду с классическими (многократно описанными за прошедшие годы) способами включения КР1006ВИ1 предлагаю, на мой взгляд, необычный способ включения, представленный на электрической схеме (рис. 9). Эту схему включения КР1006ВИ1 отличает высокая

узла. Выдержка времени зависит от значений элементов $C1$ и $R2$ и изменяется пропорционально ним. Диоды $VD1$, $VD2$ введены в схему для уменьшения потерь энергии при заряде-разряде оксидного конденсатора $C1$. Эти диоды, включенные встречно-параллельно уменьшают влияние тока утечки конденсатора на стабильность временного интервала задержки выключения узла. Диод $VD3$ препятствует обратному току через реле $K1$. Оксидный конденсатор $C3$ сглаживает пульсации источника питания.

Выход $DA1$ (вывод 3) соединен с входом сброса R (вывод 4) для предотвращения перехода устройства в автоколебательный режим. Для того чтобы таймером можно было управлять бесконтактным способом, например, с помощью согласующего каскада, на входе узла достаточно установить простейший инвертор, например, кремниевый транзистор $n-p-n$ проводимости (КТ315Б показан на рис. 9 пунктиром), подключив его эмиттер к общему проводу, коллектор к выводу 7 $DA1$, а базу через ограничительный резистор сопротивлением 1–3 кОм к выходу узла управления таймером. Остальные элементы схемы остаются без изменений.

Напряжение питания узла 5–15 В. Практическое применение устройство находит в качестве составной части узлов задержки выключения (таймеров). В качестве коммутирующего элемента на схеме условно показано реле $K1$, своими контактами замыкающее цепь нагрузки, однако, на практике исполнительным узлом может быть и иное устройство, например, звуковой капсуль, светодиод или оптоэлектронное МОП реле.

О налаживании и деталях. Узел в налаживании не нуждается. Постоянные резисторы типа МЛТ-0,25. Оксидные конденсаторы типа К50-24 и аналогичные. неполярный конденсатор $C2$ типа КМ6. Усилитель тока на транзисторе $VT1$ типа КТ503, КТ504, КТ315 с любым буквенным индексом. Диоды можно заменить Д220, Д310, КД503 и аналогичными.

5. Микросхема КР1182ПМ1

Сравнительно нечасто возникает необходимость в надежном и простом бесконтактном реле времени, которое было бы способно коммутировать нагрузку мощностью от нескольких ватт до нескольких десятков киловатт, но уж если такая потребность появилась, то радиолюбитель может оказаться в тупиковой ситуации — какую конструкцию из немногих предложений выбрать.

Если нет драгоценного времени на поиски необходимой информации и отладку собранного устройства, то рекомендуется воспользоваться предлагаемым ниже устройством и за три-четыре вечера собрать и настроить реле времени, которое способно коммутировать нагрузку, потребляющую ток до 50 А, а при соответствующем конструктивном исполнении — и до 200...250 А.

Устройство, принципиальная схема которого показана на рис. 10, представляет собой аналоговое реле времени с выдержкой на выключение нагрузки через заданное время. «Сердце» устройства — аналоговая микросхема КР1182ПМ1, представляющая собой фазовый регулятор мощности в цепи переменного тока 220 В. В типовой схеме включения (для работы с нагрузкой мощностью до 150 Вт) микросхеме требуется всего 4 навесных элемента, что при относительно небольшой мощности нагрузки позволяет разместить регулятор в корпусе сетевого адаптера (или крупногабаритной сетевой вилки).

Но здесь задача посложней — коммутировать нагрузку с минимальной мощностью от единиц Вт до максимальной мощности не менее 10 кВт. На помощь микросхеме приходят хорошо себя зарекомендовавшие и недорогие мощные тиристоры типа Т123-250, допускающие постоянный ток нагрузки до 250 А и импульсный до 4500 А. Такие тиристоры замечательно (по сравнению со «знаменитыми» КУ202Н) держат сетевое напряжение 220 В как прямой, так и обратной полярности, кроме того, имеют очень низкий обратный ток.

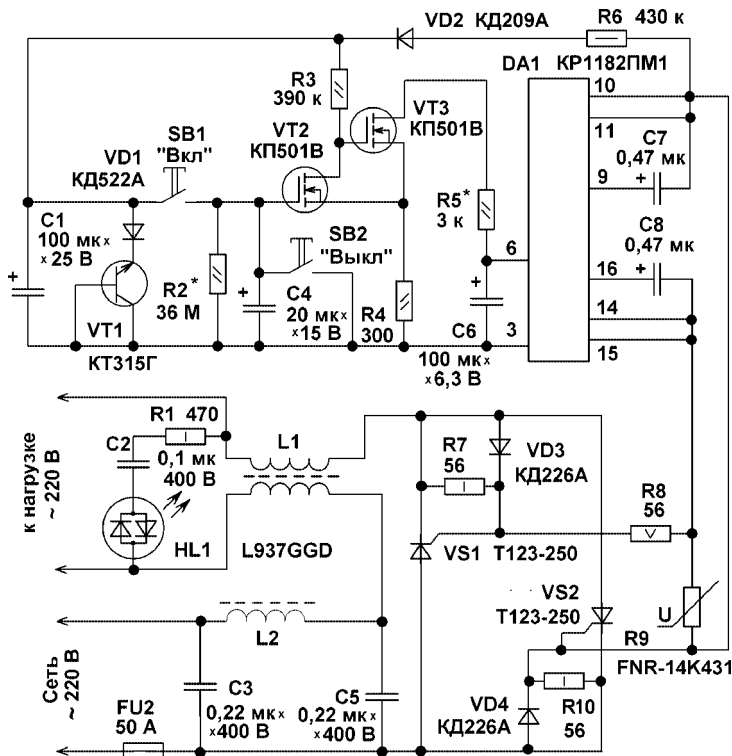


Рис. 10. Электрическая схема
сверхмощного реле времени

После включения питания по цепи $R6$, $VD2$ и цепям мощного ключа на $VS1$, $VS2$ начинает заряжаться оксидный конденсатор $C1$. Напряжение питания в это время на нагрузку не подается. Конденсатор $C5$ заряжается до напряжения 6–9 В за 6–10 с. Дальнейший рост напряжения на нем ограничивается транзистором $VT3$, работающим в режиме обратимого лавинного пробоя, т.е. в данном случае — как микромощный стабилитрон, и диодом $VD1$. При кратковременном замыкании кнопки $SB1$, конденсатор $C4$ зарядится от конденсатора $C1$ примерно до 6–10 В. Маломощный полевой транзистор

VT2 с индуцированным каналом *n* типа открывается, соответственно, *VT3* закроется, и оксидный конденсатор *C6* начнет заряжаться от внутреннего источника тока микросхемы *DA1*. Напряжение на управляющем входе 6 *DA1* плавно увеличивается относительно напряжения на выводе 3. Напряжение на нагрузке также плавно возрастает от нуля до максимального до максимального в течение 1–2 с. О том, что на нагрузку поступает напряжение питания, можно судить по свечению светодиода *HL1*.

После размыкания контактов кнопки *SB1*, конденсатор *C4* начинает постепенно разряжаться через высокоомный резистор *R2* за счет собственных токов утечки, токов утечки затвора *VT2* и конечного сопротивления монтажа. Когда напряжение на нем понизится до 1–2 В, что соответствует пороговому напряжению открывания транзисторов типа КП501, транзистор *VT2* начнет закрываться, следовательно, в какой-то момент станет открываться транзистор *VT3*. Благодаря высокой крутизне вольт-амперной характеристики (*BAX*) примененных транзисторов, открывание транзистора *VT1* происходит практически мгновенно, кроме того, наличие резистора *R4* в цепях истока полевых транзисторов превращает каскад на *VT2*, *VT3* в триггер Шмитта. Конденсатор *C6* быстро разряжается через резистор *R5* и открытый канал транзистора *VT3*. Действующее напряжение на нагрузке плавно спадает до нуля. Светодиод *HL1* погасает.

Время выдержки с указанными номиналами *C4*, *R2* составляет около 30 мин. Если возникнет необходимость отключить питание нагрузки до истечения времени выдержки, следует кратковременно замкнуть контакты кнопки *SB1*, тем самым принудительно разрядив времязадающий конденсатор *C4*. Нагрузка плавно обесточится.

Если необходимо (например, для запуска мощных электродвигателей), чтобы напряжение на нагрузку поступало и снималось мгновенно — емкость конденсатора *C6* уменьшают до 0,1–10 мкФ.

Варистор *R9* предназначен для защиты микросхемы *DA1* от всплесков напряжения питания. Мощные дроссели *L1*, *L2* и конденсаторы *C3*, *C5* уменьшают уровень импульсных помех, которые возникают при открывании тиристоров при работе с мощной нагрузкой. По сравнению с типовой схемой включения, емкость конденсаторов, подключенных к выводам 9–11 и 14–16 микросхемы *DA1*, уменьшена вдвое, что позволяет получить значительно более раннее открывание транзисторных аналогов тиристоров микросхемы, что ведет к более полному использованию нагрузкой напряжения питания сети.

В конструкции можно применить резисторы *C1*–4, *C2*–33 МЛТ, КИМ-Е соответствующей мощности.

Высокоомный резистор *R2* при необходимости можно составить из нескольких последовательно соединенных резисторов меньшего сопротивления. Если будет необходимо устройство с возможностью оперативно изменять время выдержки, то на месте резистора *R2* можно установить несколько резисторов, которые можно будет коммутировать с помощью галетного переключателя. Резистор *R8* обязательно проволочный, например, типа *C5*–37, ПЭВ–7,5. Варистор *R9* можно заменить близким по параметрам *FNR*–10К431, *FNR*–07К471, *CH1*–1 на напряжение 560 В. Конденсаторы *C1*, *C4*, *C6*...*C8* — импортные аналоги *K50*–35. При этом для повышения долговременной надежности устройства, конденсаторы *C7*, *C8* лучше взять неполярные, например, *K73*–17 (0,47 мкФ на рабочее напряжение не менее 63 В). Конденсатор *C4* должен быть с возможно меньшим током утечки, например, *K53*–4 или импортный фирм *Rubycon*, *DON*.

Как правило, чем выше максимально допустимое рабочее напряжение электролитического конденсатора, тем меньше у него будет ток утечки. Конденсаторы *C2*, *C3*, *C5* — пленочные *K73*–17, *K73*–24, *K73*–39 на рабочее напряжение не ниже 400 В. Диод *VD1* можно применить любой из серий *КД503*, *КД521*, *КД522*, *1N4148*. Диод

VD2 — любой маломощный на напряжение не ниже 300 В — серий КД203, КД105Б—КД105Г, КД102Б, КД243Г—КД243Ж. Защитные диоды *VD3*, *VD4* — любые из КД226, КД212, КД213, КД411.

Униполярный светодиод *HL1* использован зеленого цвета свечения диаметром 3 мм с высокой светоотдачей. Можно применить и другие светодиоды, например, L937IID красного цвета свечения, или, например, такие как L937YYD (желтый), L937EGW, L117EYW, L117GYW, L57GGD, серии КИПД23. Транзисторы *VT1*, *VT2* с *n* каналом обогащенного типа можно заменить любыми из серий КП501, ZVN2120, ZN2120 или KP1014KT1A—KP1014KT1Г. Биполярный транзистор *VT3* может быть любым из серий КТ315, КТ312, КТ342. Перед установкой его нужно обязательно проверить. Тиристоры можно заменить аналогичными Т123-200 (максимальный ток нагрузки 200 А), Т123-320. Для эффективного охлаждения каждый тиристор зажимается между двумя ребристыми теплоотводами с применением изолирующих втулок и шайб. При необходимости применяют принудительное воздушное охлаждение, для чего замечательно подходят вентиляторы, предназначенные для охлаждения «горячих» процессоров AMD с рабочей частотой ядра более 1,7 ГГц. В зависимости от площади теплоотвода и максимальной мощности нагрузки может потребоваться один или два таких вентилятора на каждый тиристор. При максимальной загрузке тириستоров на них может рассеиваться мощность более 700 Вт.

Дроссели *L1*, *L2* наматываются на ферритовых сердечниках от выходных строчных телевизионных трансформаторов ТВС110-Л1, ТВС110-Л6. Для каждого дросселя склеиваются вместе по два таких сердечника. *L1* содержит по 15 витков медного многожильного провода сечением не менее 12 мм².

Катушки намотаны синфазно. *L2* наматывается таким же проводом и содержит 24 витка. Вместо плавкого предохранителя можно установить и автоматический па-

кетный предохранитель типа АЕ201 или аналогичный импортный. Все силовые цепи следует выполнить медным проводом с диаметром по меди не менее 6 мм. Если устройству предстоит работать с нагрузкой мощностью более 10 кВт, то необходимо увеличить мощность силовых цепей. При изготовлении этого устройства следует обеспечить минимальную длину проводников, идущих от переключателей *SB1*, *SB2*, или использовать экранированный провод. Изменить заданное время выдержки можно подбором сопротивления резистора *R2* или емкости конденсатора *C4*. Так как все элементы устройства находятся под напряжением осветительной сети 220 В, то при эксплуатации этой конструкции следует соблюдать необходимые меры предосторожности.

Сенсорный включатель на микросхеме КР1182ПМ1.

В технической литературе не редко появляются описания различных электронных устройств с сенсорным датчиком, предназначенных для включения и выключения ламп накаливания. Большинство этих схем не регулируют мощность накала лампы, а работают в режиме включено/выключено. А между тем регулировка накала при включении устройства оказывается весьма полезной в тех случаях, если в качестве освещения применяется ночник, бра или подобный им источник не основного света. Разработать оригинальную схему с сенсорным включателем и возможностью регулировки силы света (и мощности накала) на современной элементной базе оказалось не сложно.

Собрав устройство по схеме на рис. 11, радиолюбитель разнообразит свой быт и дополнит его оригинальным устройством сенсорного управления, которое будет радовать глаз. Допустим, что после подачи напряжения сети переменного тока 220 В, лампа накаливания осталась в выключенном состоянии. Тогда при первом касании сенсора *E1*, лампа *EL1* включится на полную мощность; при втором и третьем касании — ее яркость понизится, а при четвертом лампа погаснет. При следующем

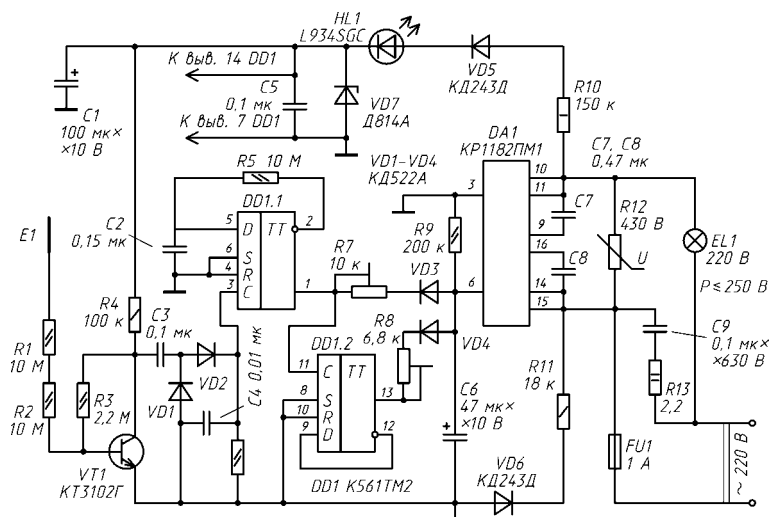


Рис. 11. Электрическая схема сенсорного включателя на микросхеме KP1182PM1

касании сенсора лампа вновь постепенно загорится на полную мощность. Такой режим работы не только резко уменьшает вероятность перегорания лампы, но и более приятен для зрения.

На биполярном транзисторе *VT1* собран усилитель напряжения фоновых наводок переменного тока. Его применение позволяет отказаться от соблюдения фазировки подключения устройства к электросети. На диодах *VD1* и *VD2* построен однополупериодный выпрямитель переменного напряжения, снимаемого с ввода коллектора *VT1*. При касании пальцем сенсора *E1* на конденсаторе *C4* появляется напряжение около 7 В, которое приводит к переключению триггера на *DD1.1*.

Оба *D* триггера цифровой микросхемы включены как делители частоты на два, без режимов предустановки и сброса. Если на обоих неинвертирующих выходах триггеров лог. «1», то диоды *VD3*, *VD4* закрыты, и лампа светит с максимальной яркостью. При прикосновении

к сенсору триггер *DD1.1* переключается, на его выводе *1* появляется лог. «0», напряжение на коллекторе *С6* снижается, яркость свечения лампы уменьшается. При следующем прикосновении к сенсору на неинвертирующем выходе триггера *DD1.1* установится уровень лог. «0», но переключится и триггер *DD1.2*, теперь на его выходе будет лог. «0» — яркость свечения лампы понизится еще более. При очередном касании сенсора *E1* лог. «0» будет на выходах обоих триггеров, напряжение на *С6* станет еще меньше и лампа погаснет.

Цепь *R5C2* предназначена для устранения «дребезга» при касании сенсора, что значительно повышает стабильность и надежность переключения триггеров и избавляет от необходимости применения триггера Шмитта. Микросхема КР1182ПМ1 предназначена для фазового регулирования подаваемой на нагрузку мощности. Она позволяет управлять нагрузкой мощностью до 150 Вт. Момент открывания тиристоров микросхемы (их транзисторных аналогов) зависит от разности напряжений на ее выводах *3* и *6*. Подключение к этим выводам оксидного конденсатора относительно большой емкости позволяет получить эффект плавного зажигания и погасания лампы, что уменьшает пусковой ток и предотвращает как возможное перегорание лампы, так и повреждение микросхемы.

На светодиоде *HL1* построен узел индикации наличия напряжения питания. Резистор *R9* предназначен для разрядки конденсатора *С6* при пропадании напряжения сети, что при последующем его появлении предотвратит мгновенное зажигание лампы на полную мощность. Варистор *R12* препятствует повреждению микросхемы *DA1* при всплесках напряжения питания. Фильтр на *С9*, *R13* снижает уровень помех.

О деталях. Постоянные резисторы можно взять типов *С1-4*, *С2-24*, *С2-33Н*, МЛТ, ВС. Подстроечные резисторы *R7*, *R8* типа СПЗ-38Б, РП1-63М, СПЗ-19А или аналогичные малогабаритные. Оксидные конденсаторы

типов К50-35, К53-1, К53-4, К53-19. Конденсатор $C6$ должен быть с небольшим током утечки. Конденсатор $C9$ должен быть пленочным на напряжение не ниже 400 В, например, типов К73-17, К73-24, К73-50, К73-56. Остальные конденсаторы — К10-17, К10-7, КМ-5.

Вместо диодов КД522Б можно применить КД510, КД512, КД521, КД522, Д223, ГД507. Диоды КД243Д можно заменить КД209, КД105, КД247, КД102 с любым буквенным индексом. Стабилитрон $VD1$ заменяется КС175А, КС175Ж, КС126К, КС182Ж, 1N5998В.

На месте $HL1$ использован светодиод зеленого цвета свечения в круглом корпусе диаметром 3 мм с яркостью свечения 150 мКд. Его можно заменить светодиодом серии L1503, L1513, L1543, L383, КИПД40, АЛ307 с возможно большей яркостью свечения. Варистор $R12$ типа FNR-07K431, FNR-10K471, FNR-14K431 или полупроводниковый ограничитель напряжения КС904АС. Транзистор подойдет любой из серий КТ3102, КТ6111, SS9014, BC546, 2SC1815. Микросхема $DD1$ — ТМ2 или ТМ1 серий К176, К561, КР1561 или импортный аналог CD4013. При работе $DA1$ с нагрузкой мощностью 150 Вт, к теплоотводным выводам этой микросхемы желательно припаять небольшой (4–8 см²) теплоотвод из листовой латуни. Если будет потребность управлять лампами на-

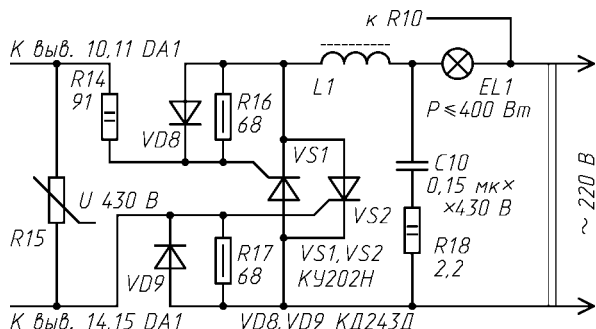


Рис. 12. Электрическая схема дополнительного узла для управления активной нагрузкой мощностью до 400 Вт

каливания суммарной мощностью до 400 Вт, то конструкцию нужно дополнить узлом, схема которого показана на рис. 12.

Помехоподавляющий дроссель содержит 130 витков провода ПЭВ-2 диаметром 0,56 мм на ферритовом стержне 400НН диаметром 10 мм и длиной 60 мм. Тиристоры в теплоотводе не нуждаются. Настройка устройства сводится к регулировке сопротивлений резисторов $R7$ и $R8$ так, чтобы получить желаемые градации яркости лампы $EL1$.

Особенности сенсора. В отличие от бытующего мнения, что в качестве сенсорного контакта принято использовать оголенный участок провода, электропроводящую пластину, решетку можно использовать и другие, менее традиционные сенсоры. В качестве сенсора может действовать любой проводящий предмет, например, стебель и листья цветка, части любого живого организма, вода (в том числе пресная), влажная почва, сырая бумага, древесина и т.д. Это позволят радиолюбителю создать любой сенсорный контакт для описанного выше устройства.

Главное — чтобы объект наводок (человек) и сенсорный контакт находились в помещении с проводкой, где присутствует переменное напряжение. Именно оно наводится в человеке (и животном) и даже малое его значение 1–10 мВ оказывается достаточным для того, чтобы сенсорное устройство среагировало. Вдали от источников переменного напряжения (в полях, в лесах и в не электрофицированных жилых массивах) сенсор (в том числе рассмотренное устройство) бесполезен.

6. Микросхема КР1064ПП1

АО «Светлана» в г. Санкт-Петербурге выпускало специализированную микросхему вызывного устройства для телефонных аппаратов КР1064ПП1 (рис. 13–15) зарубежный аналог L3240 фирмы SGS-THOMSON или

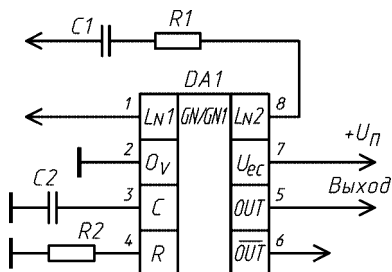


Рис. 13. Базовая схема включения микросхемы КР1064ПП1

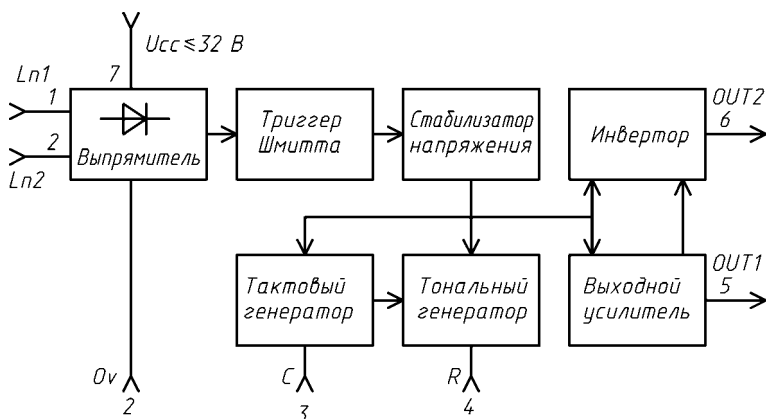


Рис. 14. Структурная схема КР1064ПП1

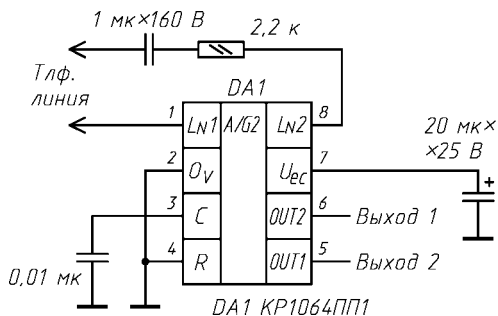


Рис. 15. Еще один вариант включения микросхемы КР1064ПП1

LS1240. Микросхема генерирует сигнал с двумя периодически переключающимися частотами (с соотношением 1:1,38) и непосредственно управляет пьезоэлектрическим излучателем. Встроенный гистерезис блокирует возможность ошибочного запуска от помех в линии и импульсов номеронабирателя.

Напряжение включения ИС в пределах 12,1–13,1 В. Напряжение выключения 7,9–8,9 В. Ток вызова без присоединенной нагрузки $I_{CC} \leq 1,8$ мА. Амплитуда выходного напряжения $U_{\text{вых}} = (U_{CC} - 5)$ В. В табл. 1. даны назначения выводов микросхемы КР1064ПП1.

Таблица 1

Назначение выводов ИС КР1064ПП1

Вывод ИС	Обозначение	Назначение выводов ИС
1	LN1	Вход напряжения переменного тока
2	0V	Общий вывод
3	C	Вывод подключения конденсатора, управляющего переключениями частот, $f_{\text{пер}} = 750/C$, нФ
4	R	Вывод подключения резистора, управляющего тоном звуковой частоты, $f_1 = 3,56 \cdot 104/R$, кОм; $f_2 = f_1/1,38$
5	OUT1	Выход напряжения звуковой частоты
6	OUT2	Инверсный выход напряжения звуковой частоты
7	U	Напряжение питания ($U_{CC} < 32$ В)
8	LN2	Вход напряжения переменного тока

Выводы 5 и 6, являющиеся выходами (соответственно инвертирующего и неинвертирующего сигнала), допускается соединять через диодную развязку. Два кремниевых диода, например КД522А, соединяются катодами, аноды соединяются с указанными выходами микросхемы КР1064ПП1. Общая точка соединения диодов является сумматором перевернутых по фазе сигналов звуковой частоты.

7. Микросхема К140УДЗЗ

Микрофонный усилитель, схема которого показана на рис., 16 удобно использовать в качестве переговорного устройства для мотоцикла. При движении на мотоцикле, из-за естественного шума, возникают трудности в общении между человеком, управляющим мотоциклом и его пассажиром, находящимся сзади.

Когда этот сзади сидящий пассажир-мужчина, скажем единомышленник по сути, общение через крик можно допустить. Когда пассажир — женщина — хочется удивить ее комфортом. Устройство оправдывает свое предназначение и в том случае, когда дорога предстоит дальняя и занимает много времени. Микрофонный усилитель реализован на одной микросхеме — операционном усилителе. Элементы электронного узла монтируются в пластмассовом корпусе от блока дополнительных элементов питания (батареек), рассчитанного на два элемента питания АЗ16. Такой корпус можно взять от транзисторного радиоприемника.

Микрофон и телефон-наушник в авторском варианте удобно размещаются на штатных местах танкового шлемофона, который надевается под мотоциклетный шлем. Танковый шлемофон найти достаточно трудно, поэтому можно выйти из положения, разместив микрофон и телефон непосредственно в мотоциклетном шлеме.

Эти приборы соединяются с корпусом устройства через 5-контактные разъемы от старых магнитофонов экранированным проводом. Соответственно два шлемофона — два разъема.

Можно применять отдельно микрофон и телефон, соединенные с усилителем витым телефонным проводом (от телефонной трубки). В таком случае в качестве шлемофона используется хорошо знакомый радиолюбителям телефонный капсюль ТМ-2М, который можно вставить непосредственно в ушную раковину человека.

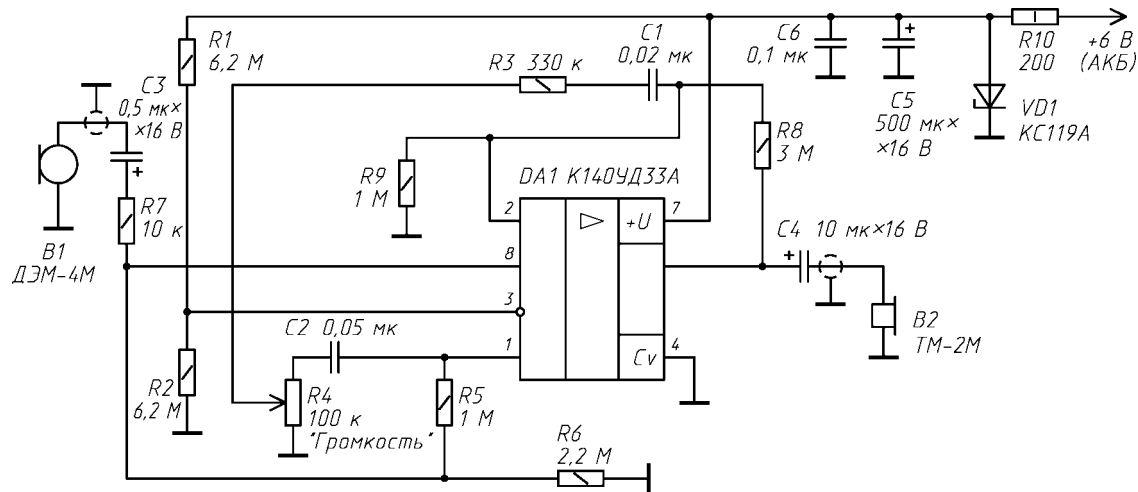


Рис. 16. Электрическая схема микрофонного усилителя

Источник питания устройства — мотоциклетный аккумулятор напряжением 6 В постоянного тока. Ток потребления усилителя составляет в разговорном режиме 20–22 мА. На частотах 1000–5000 Гц коэффициент усиления ОУ *DA1* максимальный, около 100.

На элементах *R10*, *VD1*, *C5*, *C6* собран стабилизатор напряжения на стабилитроне. По правилам применения стабилитронов, он включается в прямом направлении. Оксидный конденсатор *C5* фильтрует низкочастотные помехи по питанию при работе двигателя. Конденсатор *C6* фильтрует помехи по высокой частоте. Без него в наушнике при работе двигателя слышен легкий свист.

Резистор *R10* (ОМЛТ-1) ограничивает ток так, чтобы стабилитрон *VD1* находился в рабочем режиме — ток стабилизации 1–100 мА, $U_{\text{ст}} = 1,71\text{--}2,09$ В. Этот ограничивающий резистор не выделяет большое количество тепла и его мощность в 1 Вт избрана с запасом, чтобы даже в дальней дороге, при постоянном разговорном общении усилитель работал стабильно. Можно питать узел от одного-двух элементов АЗ16. Тогда *R10*, *VD1*, *C5*, *C6* не нужны. В таком варианте нет никаких посторонних «фоновых» звуков. Напряжение питания усилителя может находиться в диапазоне от 1,4 до 5 В, однако, при напряжении питания более 2,2 В усилитель возбуждается и уровень шумов возрастает. При напряжении питания 2 В (оптимальное напряжение питания), величина входного шумового напряжения составляет 440...500 нВ/Гц — это характерный показатель самого ОУ. Вследствие небольшого уровня опорного напряжения на инвертирующем входе 3 микросхемы *DA1* среднеквадратичное значение шума в результирующем сигнале сохраняется на низком уровне. Местный акустический эффект из-за близости расположения *B1* и *B2* (который появляется при повышении напряжения питания до 6 В) можно свести на нет корректировкой сопротивления резистора *R7*. Следует учитывать, что при этом уменьшится и общий коэффициент усиления узла.

постоянным стабилизированным напряжением в широком диапазоне 1,25–9 В. При напряжении источника питания 5 В, ток потребления в режиме покоя составляет 1 мА. Кроме того, датчик можно использовать в качестве сигнализатора давления в пневмосистемах.

Оказывается, давление, создаваемое пневматическим насосом-компрессором, воздействуя на датчик *BZ1*, вызывает на выводах импульсы напряжением несколько мкВ, которые усиливаются микросхемой *DA1*.

Таким образом, один из вариантов применения устройства — дистанционный контроль за работой компрессоров и пневмосистем.

С выхода данного устройства сигнал поступает на дополнительные преобразователи. Ими могут быть триггеры на микросхемах КМОП или электронные ключи, коммутирующие системы сигнализации. Дополнительного усиления для преобразователей не нужно. Сигнал непосредственно снимается с выхода ОУ (вывод 6).

В состоянии покоя датчика *BZ1* на выходе микросхемы *DA1* высокий уровень напряжения. Подключенный на выход узла осциллограф фиксирует амплитуду 4,7 В. При воздействии на датчик ударами вблизи него или хлопками, выходное напряжение бросками стремиться к «0».

В качестве *BZ1* применяется любой малогабаритный пьезоэлектрический капсюль ряда ЗП-х. Опорное напряжение поступает на не инвертирующий вход микросхемы *DA1* (вывод 2). Чувствительность устройство изменяют корректировкой резистора *R3*.

В налаживании узел не нуждается.

Глава 2

СПРАВОЧНИК ДЛЯ РАДИОЛЮБИТЕЛЕЙ

Справочный материал по взаимозаменяемости популярных отечественных (СНГ) и импортных аналогов популярных радиоэлементов представлен в виде таблиц, условно скомпонованных по разделам. Подборка осуществлена с применением отечественных и импортных справочников, личного опыта взаимозамен.

Кроме соответствий между приборами зарубежного и отечественного производства, в таблицах представлены варианты аналоговых замен некоторыми отечественными микросхемами. Подборка материала призвана помочь радиолюбителям и специалистам при проектировании радиоэлектронной аппаратуры любого назначения, при ремонте импортной радиотехники, и во всех случаях, когда требуется определить возможную взаимозаменяемость микросхем разных производителей.

1. Взаимозамены отечественных и зарубежных транзисторов

Таблица 1

**Транзисторы биполярные и однопереходные.
Аналоги по электрическим характеристикам**

Зарубежные транзисторы	Отечественные аналоги	Зарубежные транзисторы	Отечественные аналоги
<i>Однопереходные</i>		2N739	КТ117БМ
BSV56C, HEP310, 2N2646	КТ117Г	2N844	КТ117ГМ
		2N1573	КТ117ВМ
		2N1923	КТ117АМ

Продолжение табл. 1

Зарубежные транзисторы	Отечественные аналоги	Зарубежные транзисторы	Отечественные аналоги
<i>Биполярные</i>		2SC1436	2Т862В
2SC3812	КТ9151АС	2SA738В	КТ6116А (Б)
SD1483	КТ9174А	2SC2383	КТ630 (А—Г)
BF970	КТ3109В1	2SC2331	КТ815, КТ817, КТ961, КТ9171
BFY33	КТ630Д		
2SC3217	2Т9155А	SS9015	КТ361, КТ3107
2SC3218	2Т9155Б	SS9012	КТ209
2SC3660	2Т9155В	2SC1786	2Т862Б
2SC3218*	КТ9142А	2SC3217	2Т9155А
2SC3660*	КТ9152А	2SB834	КТ842В
SD1492*	Г101А	2SC3218	2Т9155Б, КТ9142А
2SC64	КТ6110А (Б)	2SC3660	2Т9155В, КТ9152А
2SC1173	КТ862Г		
2SC1624	КТ863Б	2SC40	КТ3101АМ
2SC1625	КТ863В	2N3906	КТ361Г, КТ3107Е
2SC2794	КТ866А		
2SC3150К	КТ8137А, КТ8144Б	2SA1660	КТ3171А9, 2Т3129Б9
2SC3306	КТ8144А	2SA715С	КТ664Б9
2SD401А	КТ8146А	SA1245	КТ686А
2SC4055	КТ8146Б	SK3835	КТ602А
2SC2027	КТ828Б	2SD1220Q	КТ3169А9, 2Т3129А9
2SA715D	КТ6102А		
2SA555	КТ361А	2SD814	КТ3176А9
2SA556	КТ361Ж (И)	2SC641	КТ315Ж
2SC404	КТ359А3	2SC634	КТ315Д
2SC601	КТ396А2	2SC633	КТ315А
2SC3812	КТ9151АС	2SA1090	КТ313В1
2SD1279	КТ846Б	2SA876H	КТ313Г1
2SC4296	КТ858А	2SA1009АМ	2Т887А, Б

Продолжение табл. 1

Зарубежные транзисторы	Отечественные аналоги	Зарубежные транзисторы	Отечественные аналоги
2SC976	КТ996Б2	BC140, BC301	КТ630Г
2SC3994L	КТ878А		
2SC3455L	КТ878В	BC147	КТ373А
2SC1443	КТ879Б	BC170	КТ375Б
2SC2093	2Т9102А2, Б2 2Т9103Б2	BC178	КТ349Б
		BC179	КТ3107Е
2SA1682-5	КТ9115А, Б КТ9143А, Б, В	BC182, BC212, BC237, BC318	КТ3102А
2SC3596F	КТ9142А		
2SA1584	2Т9143А, 2Т974А—Г		
2SB596	КТ9176А	BC214L	КТ3107Б, КТ3107И
2SC1440	КТ945Б	BC239В	КТ 3102Ж
2SD675А	КТ945В	BC251	КТ361И
2SD691	КТ945Г	BC303	КТ933А
BFY39, BSY73	КТ312Б, КТ315Б	BC307	КТ3107А, КТ3107Б
BFY80	2Т3130А9	BC408	КТ342А
BSY19, BSY63	КТ633А, КТ645А	BCY58X	КТ342В, КТ3102В
BSY51, BSY52	КТ630Д, КТ630А	BCY78	КТ3107Б
BSY59	КТ644А, КТ626А	BD136	КТ626Е, КТ6109А
BDX78	2Т818В	BD140	КТ6108А, КТ6108Б
BC107В	КТ342Б, КТ3102Б	BD166	КТ720А
BC108	КТ342А, КТ3102В	BD168	КТ722А
		BD170	КТ724А
BC109	КТ342В, КТ3102Е	BD238	КТ816Г
BC109BP	КТ3102И	BD380	КТ816В
		BD240А	

Продолжение табл. 1

Зарубежные транзисторы	Отечественные аналоги	Зарубежные транзисторы	Отечественные аналоги
BD372	КТ639Б1	BF177	КТ671А2, 2Т3130Е9
BD434	КТ816А		
BD435	КТ817А	BD825	2Т642А2
BD202	2Т818А	BD944	КТ856Б1
BT4261	КТ644А	BU108	КТ8107А
BD165	КТ728А	BU205	КТ838Б
BU289	КТ8101А	BUX97	КТ8106А
BDT21(А)	КТ8101Б	BFP23	КТ868А, Б
BU208А	КТ8104А	BVX14	КТ846В
BUY90	КТ8107В (Г)	BF179	КТ611Б
BD138	КТ6104А	BF258	КТ638Б
BD204	2Т818Б	BF336	КТ6103А
BDX78	2Т818В	BFJ57	КТ6105А
BV104P	КТ8126А	BF423C	2Т3129В9—Г9, 2Т3152В
BF338	КТ6113Г (Д, Е)		
BD223	КТ856А1	BF680	КТ3109А1
BD944	КТ856Б1	BF979	КТ3109Б1
BC527-6, BD386	КТ629А2	BF970	КТ3109В1
BVR11	КТ867А	BFY80	2Т3130А9
BF337	КТ6113А (Б, В)	BFP720	КТ315Б1
BDX85	2Т716Б1	BFP722	КТ315Г1
BF179В	КТ682Б2	BC526C	КТ3107К1—Л1
SF123А	2Т672А2	BC455D	КТ3107Е1
BU2506D	КТ8248А1	BC456В	КТ3107И1
TIP41C	КТ8212А—В	2N657	КТ6111В (Г)
BF459	КТ605Б КТ940А	2N5651	КТ370Б9
		2N4237	КТ719А
MJE13001	КТ538А	2N4238	КТ721А
BUD44D2	КТ8261А	2N3054	КТ723А
BUL44D2			

Продолжение табл. 1

Зарубежные транзисторы	Отечественные аналоги	Зарубежные транзисторы	Отечественные аналоги
2N4913	КТ866Б	2N735А	2Т3130Г9
2N5839	КТ862Б	2N844	2Т3130Д9
2N5840	КТ862В	2N4260	2Т3135А1
2N1820	2Т862А	2N4261	2Т3135Б1
2N3839	КТ370А9	2N2712	КТ315А1, КТ315Б1
2N3545	КТ644А		
2N709	КТ397А2	2N6180	КТ9180А, Б, 2Т877Г
2N1613	КТ630Г		
2N2784	КТ3101АМ	2N3584	2Т881Д
2N2219	КТ928Б	2N4914	КТ890А1
2N2222	КТ3117А	2N4915	КТ890Б1
2N2368	КТ633А	2N5240	КТ898А
2N2784	КТ3101АМ	2N6077	КТ898Б
2N2905	КТ662А, КТ662Б	2N6181	КТ9180В, Г
2N2906	КТ313А1	2N5102	КТ921А, В
2N2906А	2Т3160А2	2N5996	КТ945А, Б
2N2907	КТ313Б	2N5642	КТ945В, Г
2N2926	КТ315Б	2N656	КТ6111А (Б)
2N3055	КТ819БМ, КТ819ГМ, КТ8150А	2N3904	КТ375А, КТ375Б
		2N2218	2Т649А2
2N2906А	2Т3160А2 КТ313Б1	2N3303	КТ635А
		2N2218А	КТ647А2
2N3397	КТ315Р1	2N2224	КТ638А
2N2615	КТ3132Д2	BD370А6	КТ639А1
2N2616	КТ3132Е2	2N3712	КТ6117Б
2N2463	2Т3130Б9	2N3114	КТ6117А
2N2459	2Т3130Б9	2N1051	КТ6110В (Г, Д)
		2N5643	КТ949А

Продолжение табл. 1

Зарубежные транзисторы	Отечественные аналоги	Зарубежные транзисторы	Отечественные аналоги
2N4440	КТ972В	BD948	КТ896Б
2N5995	КТ972Г	2307(А)	2Т9103А2
2N4976	КТ996А2	NE243499	2Т9108А2
2N4128	КТ997В	NE080481Е-12	2Т9109А
2N5177	2Т998А	ECG123А, LC6123А, C450, CP409	КТ315Б
2N3053	КТ630А, КТ608Б		
SD1483	КТ917А	ADY25	ГТ701А, П210Б
SD1492	ГТ101А		
SF123С	КТ6107А	ASZ18	П217В, ГТ711
PN3691	КТ3117Б		
PN5132	КТ3117А	SML723	КТ828Б
SD1015	КТ9116А	STD18202	КТ828Г
I02015А	КТ9116Б	SML804	КТ828А
SDR075	2Т9117А, 2Т9118А	STD55476	КТ846А
BU508AD	КТ872А, КТ872Б	AU106	ГТ810А, КТ812Б
BU508	КТ872	MPS706	КТ648А2
1561-1015	2Т874А	MPS6513	КТ3184Б9
1561-1008	2Т874Б	TBC547А	КТ3186А
BLY47А	2Т892А 2Т892Б	BCW47В	КТ3187А
		BSW62А	КТ361К (Л, М)
		BSW63А	КТ361Н (П)
BVT91	КТ879А	DC5108	2Т370А9
BVP38	КТ878Б	CX954	2Т370Б9
SDT69504	2Т880Д	MP42	МП42Б
D62Т4040	КТ886А1	V435	КТ361А
SML55401	КТ886Б1	Bak0510-50	2Т9156БС
MI10004PF1	КТ892А	9527	КТ819АМ
BD946	КТ896А	9535	КТ818БМ

Окончание табл. 1

Зарубежные транзисторы	Отечественные аналоги	Зарубежные транзисторы	Отечественные аналоги
9505	КТ818АМ, БМ	PH1214-60	2Т9122Б
MD5000А	КТ363А	MSC81400М	2Т9127В, Г
TIP150	КТ8111А9	MSC81325М	2Т9127Д, Е
TIP151	КТ8111Б9	TN20	2Т9130А
TIP132	КТ8116А, КТ8147А	2023-6	2Т9146А
MIE13005	КТ8121А2	2023-12	2Т9146Б
MIE13004	КТ8121Б2	2023-16	2Т9146В
AC127	ГТ404Б	TCC2023-6L	КТ9150А, 2Т9155Б
AC128	ГТ402И	2023-1,5Т	КТ9152А
AD162	ГТ703Г	2023-3	2Т9155А
SG769	2Т3133А	2023-1,5	2Т9155Б
S923TS	2Т3152А, Г, Д	222430	2Т9158А
PN5132	КТ3117А	2023-6	2Т9158Б
PN3691	КТ3117Б	MRF544	2Т9159А
KF423	2Т3129Д9, 2Т3152Б	MRF422	КТ9116А– КТ9116Б
PBC108А– PBC108Б	2Т3133А2	27АМ05	КТ9170А
PXT2222	КТ3153А9	MI10000	КТ892Б, В
PBC107Б	2Т3158А2	SDT3207	КТ9171А, Б
THA-15	2Т9111А	LT1739	КТ9171Б
THX-15	2Т9111Б	MJE2801Т	КТ9177А
AM1416200	2Т9114А, Б	D44H7	КТ9181А, Б
2DR405Б	2Т9117Б	MRF430	КТ9181Б, Г
MRF846	2Т9117Б	LOT-1000D1-12B	КТ979А
LDR405Б	2Т9118Б	AM1416200	2Т994А2– 2Т994В2, 2Т986А, Б
MRF846	2Т9118Б		
NE3001	2Т9119А2	MPF873	2Т987А
PZB27020V	2Т9122А	2N5050	2Т892Б

2. Зарубежные транзисторы. Аналоговые замены

Таблица 2

Аналоговые замены зарубежных транзисторов

Транзистор	Зарубежный аналог транзистора	Электрические характеристики
2N2905	BSW40, 2N4030...33, 2N4036...37	SI-P 60/40V 0,6A 0,8W B>100
2N3906	BC212, BC257, BC307, BC557	SI-P 40V 0,2A 0,625W >200MHz B>100
2N5064	2N6564, TIC64, MCR100-4, BRY55/200	50Hz-Thy 200V 0,51A
2N5401	BF491...493, 2SA1221...22, 2SA1319	SI-P 160V 0,6A 0,625W >100MHz
2N5551	BF391...393, BFP22, MPS-A43...45	SI-N 180V 0,6A 0,625W >100MHz
2SA539	BC212, BC256, BC556	SI-P 60V 0,2A 0,25W 160MHz
2SA562	BC327...328, BC636, BC638, BC640	SI-P 30V 0,4A 0,3W 70MHz
2SA564	BC213, BC258, BC308, BC558	SI-P 25V 0,1A 0,4W 200MHz
2SA608	BC212, BC257, BC307, BC557	SI-P 40V 0.1A 0.25W 180MHz
2SA684	2SA1315, 2SB764, 2SB892, 2SB1041	SI-P 60V 1A 1W 200MHz
2SA733	BC212, BC257, BC307, BC557	SI-P 60V 0,1A 0,25W 180MHz
2SA933	BC212, BC256, BC307, BC557	SI-P 50V 0,1A 0,3W 140MHz
2SA935	BC640, 2SA965, 2SB647, 2SB1041	SI-P 80V 0,7A 0,75W 150MHz
2SA940	2SA839, 2SB608, 2SB628, 2SB861	SI-P 150V 1.5A 25W 4MHz
2SA950	BC327...328, BC636, BC638, 2SB647	SI-P 35V 0.8A 0.6W 120MHz
2SA952	BC327...328, BC636, 2SB909...910	SI-P 30V 0.7A 0.6W 160MHz

Продолжение табл. 2

Транзистор	Зарубежный аналог транзистора	Электрические характеристики
2SA965Y	2SA1013, 2SA1275, 2SB647, 2SB1212	SI-P 120V 0,8A 0,9W 120MHz
2SA966	2SA1382, 2SB978, 2SB892, 2SB1312	SI-P 30V 1.5A 0.9W 120MHz
2SA968B	2SA1011, 2SA1133, 2SA1113, 2SA1332	SI-P 160/160V 1.5A 25W 100MHz
2SA970BL	2SA1038, 2SA1049, 2SA1123, 2SA1136	SI-P 120V 0.1A 0.3W 100MHz
2SA1012	2SA1289...91, 2SA1293, 2SB919	SI-P 60V 5A 25W 60MHz
2SA1013	2AS1275, 2SB1212	SI-P 160V 1A 0.9W 15MHz
2SA1015	BC212, BC257, BC307, BC557	SI-P 50V 0.15A 0.4W 80MHz
2SA1020	2SA1382, 2SA1315, 2SB892, 2SB1312	SI-P 50V 2A 0,9W 100MHz
2SA1175	BC212, BC256, BC556	SI-P 60V 0.1A 0.25W 180MHz
2SA1232	2SA1146, 2SA1186, 2SA1227, 2SA1386	SI-P 130V 10A 100W 60MHz
2SA1244	2SA1385, 2SA1795, 2SB1203...04	SI-P 60V 5A 20W 60MHz
2SA1246	2SA1253	SI-P 60V 0.15A 0.4W 100MHz
2SA1266Y	BC416, BC560, 2SA970, 2SA1136...37	SI-P 50V 0.15A 0.4W 130MHz
2SA1267Y	BC416, BC560, 2SA970, 2SA1136...37	SI-P 50V 0.15A 0.2W 130MHz
2SA1273	2SB892, B972, B1312, B1382	SI-P 30V 2A 1W 120MHz
2SA1300	2SB926...27, 2SB892, 2SB1229	SI-P 20V 2A 0,75W 140MHz
2SA1309	BC213, BC258, BC308, BC558	SI-P 30V 0,1A 0,3W 80MHz
2SA1315	2SB1459	SI-P 80V 2A 0,9W 80MHz
2SA1471	2SA1443, 2SA1743	SI-P 80V 10A 30W <100/900n

Продолжение табл. 2

Транзистор	Зарубежный аналог транзистора	Электрические характеристики
2SA1615	2SA1834	SI-P 30V 10A 15W 180MHz 80/250ns
2SA1625	2SB1074	SI-P 400/400V 0,5A 0,75W
2SB649AC	2SA1249	SI-P 180V 1,5A 140MHz
2SB688	BD246C, 2SA1141, 2SA1146, 2SA1186	SI-P 120V 8A 80W 10MHz
2SB698	2SA1703, B892, B926, B927	SI-P 25V 0.7A 0.6W 250MHz
2SB772Q	BD786, MJE250...254, 2SB744	SI-P 40V 3A 10W 80MHz
2SB774	2SB894, B1206	SI-P 30V 0.1A 0.4W 150MHz
2SB834	BD242A, BD536, BD936, 2SA1288	SI-P 60V 3A 30W 9MHz
2SB857	BD244A, BD536, BD950, 2SB690	SI-P 70/50V 4A 40W 15MHz
2SB861	BD240F, 2SA1133, 2SB630, 2SB720	SI-P 200/150V 2A 30W
2SB863	BD246D, 2SA1186, 2SA1227A, 2SB817	SI-P 140V 10A 100W 15MHz
2SB892	2SA1315, 2SB985	SI-P 60V 2A 1W 150MHz
2SB893	2SB985	SI-P 20V 3A 0,75W 250MHz
2SB926	2SB892, 2SB1229, 2SB1433...34	SI-P 30V 2A 0,75W
2SB1185	2SA1307, 2SA1440, 2SA1469, 2SB1274	SI-P 60V 3A 25W 70MHz
2SB1202	2SA1244	SI-P 60V 3A 15W 150MHz
2SB1243	2SB985	SI-P 60V 3A 1W 70MHz
2SB1274	2SA1307, 2SA1440, 2SA1469, 2SB1274	SI-P 60V 3A 20W 100MHz
2SB1375	BD936F, 2SB1015, 2SB1094, 2SB1274	SI-P 60V 3A 25W 9MHz B>100
2SB1438	2SA1709	SI-P 100V 2A 1W 90MHz

Продолжение табл. 2

Транзистор	Зарубежный аналог транзистора	Электрические характеристики
2SC369	BC169, BC184, BC239, BC549	SI-N 25V 0.1A 0.2W 150MHz
2SC536	BC183, BC237, BC547, BF254...255	SI-N 55V 0,1A 0,2W 180MHz
2SC815	BC174, BC182, BC190, BC546	SI-N 60V 0,2A 0,25W 200MHz
2SC945P	BC174, BC182, BC190, BC546	SI-N 60V 0,2A 0,25W 250MHz
2SC1026	BF240...241, BF254...255, BF594...595	SI-N 200MHz
2SC1213	BC337...338...635...637...639	SI-N 35V 0.5A 0.4W 170MHz
2SC1318	BC337A, BC637, BC639, 2SD667	SI-N 60V 0,5A 0,625W 200MHz
2SC1472	BC517, 617, 875, MPS-A25...29	SI-N+Darl 40V 0.3A 0.5W 50MHz B>200
2SC1473	BF298...299, BF422, BFR88...89	SI-N 250/200V 0.07A 0.75W 80MHz
2SC1507	2SC1755...57, 2SC1905	SI-N 300V 0,2A 15W 80MHz
2SC1685	BC174, BC182, BC190, BC546	SI-N 60V 0,1A 0,25W 150MHz
2SC1740	BC167...182...237...547	SI-N 50V 0.1A 0.3W 180MHz
2SC1815GR	BC174, BC182, BC190, BC546	SI-N 60V 0.15A 0.4W 80MHz
2SC1854R	BC168, 183, 283, 548	SI-N 30V 0.05A 0.25W 150MHz
2SC1921	BF298...299, BF422, 2SC3468	SI-N 250V 0,05A 0,6W 130MHz
2SC1984	2SC2316, 2SC2491	SI-N 100V 3A 30W B=700
2SC2000	BC174, BC182, BC190, BC546	SI-N 60V 0,,2A 0,6W 70MHz
2SC2023	TIP75(A...C), 2SC2738, 2SC3055	SI-N 300/300V 1A 40W 10MHz
2SC2053	2SC2851	SI-N 40V 0,3A PQ=0,2W 175MHz

Продолжение табл. 2

Транзистор	Зарубежный аналог транзистора	Электрические характеристики
2SC2061	2SC3228, 2SD1812	SI-N 80V 0,7A 0,75W 120MHz
2SC2073	BD239D, 2SC1669, 2SD608A, 2SD1138	SI-N 150V 1,5A 25W 4MHz
2SC2075	2SC1306, 2SC1816, 2SC1909, 2SC2092	SI-N 80V 4A PQ>3,5W(27MHz)
2SC2078	2SC1306, 2SC1816, 2SC1909, 2SC2092	SI-N 80V 3A PQ>4W (25MHz)
2SC2120	BC337...338...635...637...639	SI-N 30V 0,8A 0,6W 120MHz
2SC2166	2SC1944, 2SC1969, 2SC2043, 2SC2119	SI-N 75V 4A PQ>6W (27MHz)
2SC2188	BF225, BF310, BF314, BF502...503	SI-N 45V 50mA 0,6W 500MHz
2SC2230	BF298...299, BF420A, 2SC3467...69	SI-N 200V 0.1A 0.8W 50MHz
2SC2235	2SC2383, 2SC3228, 2SD667, 2SD1812	SI-N 120V 0,8A 0,9W 120MHz
2SC2236	2SC3328, 2SD1014, 2SD1146, 2SD1207	SI-N 30V 1,5A 0,9W 120MHz
2SC2240	2SC2362, 2SC2389, 2SC2459, 2SC2631	SI-N 120/120V 0,1A 0,3W 100MHz
2SC2267	MPS-A44...45, 2SC3118, 2SC3469, 2SD1350	SI-N 400/360V 0,1A 0,4W 70MHz
2SC2271E	2SC3468...69	SI-N 300V 0.1A 0.9W 50MHz
2SC2331	BD239F, 2SC2660, 2SD760, 2SD1138	SI-N 150V 2A 15W <0.5/2mks
2SC2334	BD243F, BU409, BUW64C, TIP150...152	SI-N 150V 7A 40W
2SC2335-0	C3039, C4242, C2739, C2427	SI-N 500/400V 7A 40W 1/35mS
2SC2344	2SC2238A, B; 2SC2660, 2SD608A	SI-N 180/160V 1,5A 25W 100MHz
2SC2383	2SC3228, 2SD1812	SI-N 160V 1A 0.9W 20MHz
2SC2458	BC184, BC414, BC550, 2SC2240	SI-N 50V 0,15A 0,2W >80MHz

Продолжение табл. 2

Транзистор	Зарубежный аналог транзистора	Электрические характеристики
2SC2482	2SC3468, 2SC4166	SI-N 300/300V 0.1A 0.9W
2SC2484	BD245B, 2SD718, 2SD895, 2SD1046	SI-N 80/80V 5A 60W 15MHz
2SC2500	2SC3328, 2SD1146, 2SD1207, 2SD1247	SI-N 30V 2A 0,9W 150MHz
2SC2570	2SC3037, 2SC3512	SI-N 25V 0,07A 5GHz
2SC2577	BD245C, 2SC2706, 2SC2837, 2SC2987	SI-N 120V 6A 60W 20MHz
2SC2581	BD245F, 2SC3263...64	SI-N 200V 10A 100W 20MHz
2SC2594	MJE200, 2SC3420, 2SD741, 2SD826	SI-N 40V 5A 10W 150MHz
2SC2625	BUW12A, 2SC2541, 2SC2740, 2SC2789	SI-N 450V 10A 80W
2SC2655	2SC3328, 2SC3669, 2SD1207, 2SD2177	SI-N 60V 2A 0,9W 100MHz
2SC2682	BF415, BF417, BF458...459, 2SC3416	SI-N 180V 0,1A 8W 200MHz
2SC2688	BF417, BF459, C3417, C3503	Si-N 300V 0.2A 10W 80MHz
2SC2705	BF297...299, BF422A, 2SC3467...69	SI-N 150V 0,05A 0,8W 200MHz
2SC3039	BUT56A, BUT54, 2SC2739, 2SC3170	SI-N 500/400V 7A 50W <1/3.5mks
2SC3070	2SC4389, 2SD1581...82, 2SD1779	SI-N 30V 1,2A B>800
2SC3150	BUT11A, BUV46A, 2SC3490...3491	SI-N 900/800V 3A 40W 15MHz
2SC3181N	BD245C, 2SC2681, 2SC2837, 2SC2987A	SI-N 120V 8A 80W 30MHz
2SC3198	C1775, C2240, C2390, C2459	SI-N 60V 0.15A 0.4W 130MHz
2SC3199GR	2SC1775, 2SC2240, 2SC2390, 2SC2459	SI-N 60V 0.15A 0.2W 130MHz
2SC3205	C3328, D1014, D1146, D1207	SI-N 30V 2A 1W 120MHz

Продолжение табл. 2

Транзистор	Зарубежный аналог транзистора	Электрические характеристики
2SC3207	2SC3468...69, 2SC3249	SI-N 300V 0.1A 0.9W 70MHz
2SC3209	BF299, BF393, BFR89, 2SC3468	SI-N 300/300V 0,2A 1W 50MHz
2SC3246	C3225, C4398	SI-N 30V 1.5A 0.9W 130MHz B>400
2SC3279	MPS650, 2SC3205, 2SC3226, 2SD1207	SI-N 30V 2A 0,75W 150MHz
2SC3281	2SC4029	SI-N 200/200V 15A 150W 30MHz HI-FI
2SC3298	2SC3364, 2SC4159	SI-N 160V 1,5A 20W 100MHz
2SC3309F	BUX84...85, 2SC2333, 2SC2534, 2SC2738	SI-N 500/400V 2A 20W
2SC3331	BC174, BC182, BC190, BC546	SI-N 60V 0.2A 0.5A 200MHz
2SC3377	BC337, BC635, BC637, BC639	SI-N 40V 1A 0,5W 150MHz
2SC3402	KSR1002, 2SC3656	SI-N+R Rb=Rbe=10k 50V 0,1A 250MHz
2SC3457	MJE8502...8503, 2SC3050	SI-N 1100/800V 3A 50W
2SC3460	BU902, C3643	SI-N 1100/800V 6A 100W 15MHz
2SC3461	BU902, C3643	SI-N 1100/800V 8A 140W 15MHz
2SC3502	2SC3416...17, 2SC3600...01	SI-N 200V 0,1A 7W 150MHz
2SC3576	2SC3068, 2SC3836	SI-N 30V 0.3A B=1500
2SC3688	BU2520A	SI-N 1500/800V 10A 150W
2SC3752	2SC4234	SI-N 1100/800V 3A 30W
2SC3795	BUT11AF, 2SC3353, 2SC3750	SI-N 800/500V 5A 40W
2SC3795A	BUT11AF, BUT18AF, BUT21CF	SI-N 900/500V 5A 40W <1.2/4.2mks
2SC3795B	BUT11AF, BUT18AF, BUT21CF	SI-N 900/500V 5A 40W <1.2/4.2mks

Продолжение табл. 2

Транзистор	Зарубежный аналог транзистора	Электрические характеристики
2SC3852	2SD2092	SI-N 80V 3A 25W 15MHz B>500
2SC3866	C3559, C4303	SI-N 900/800V 3A 40W 10/48 nS
2SC3883	BU508D, BU706D, 2SC3481, 2SC4291	SI-N+Di 1500/800V 5A 50W
2SC3895	2SC3885A	SI-N 1500/800V 7A 60W
2SC3909	BUW11A, BUV89, 2SC3153, 2SC3232	SI-N 900/800V 5A 100W
2SC3927	BUV47A, BUW12A, 2SC3637	SI-N 900/550V 10A 120W
2SC3940	C2236, C3226, C1270, D1331	SI-N 30V 1A 1W 200MHz
2SC3979	BUT11AF, 2SC3752, 2SC4234	SI-N 900/800V 3A 40W 700/2800 nS
2SC4106	BUT54, BUT56, 2SC3170, 2SC4055	SI-N 500/400V 7A 50W <500/2800ns
2SC4161	2SC3571, 2SC3574, 2SC4056, 2SC4130	SI-N 500/400V 7A 30W
2SC4204	C3070, C3223, C3673, D1582	SI-N 30V 0.7A B>800
2SC4235	BU706, 2SC3387, 2SC3642	SI-N 1200/800V 3A 80W
2SC4236	BUV89, 2SC3466, 2SC3643	SI-N 1200/800V 6A 100W 0.5/3.8mks
2SC4237	BUV48B, 2SC3644, 2SC4023	SI-N 1200/800V 10A 150W 0.5/3.8mks
2SC4242	BUT56A, C3170, C4055, C4106, MJE13007	SI-N 450/400V 7A 40W 1/3 mS
2SC4304	BUT11AF, 2SC3559, 2SC4234, 2SD1591	SI-N 900/800V 3A 35W 0.7/4.7mks
2SC4369	2SC3297, 2SC3690	SI-N 30V 3A 15W 100MHz
2SC4408	2SC3328	SI-N 80V 2A 0,9W
2SC4429	2SC4199, 2SC4585	SI-N 1100/800V 8A 60W 15MHz

Продолжение табл. 2

Транзистор	Зарубежный аналог транзистора	Электрические характеристики
2SC4517	BUT11AF, C4304, C3559, C3979A	SI-N 900/550V 3A 30W 7/45 nS
2SC4742	BU508D, 2SC3842, 2SC3682, 2SC4292	SI-N+DI 1500V 6A 50W
2SC4804	2SC3559, 2SC43042, SC4517, 2SC4908	SI-N 900/600V 3A 30W <300/4500ns
2SC4833	BUT11AF, C4054, C4073, C4371	SI-N 500/400V 5A 35W 300/1400nS
2SC4834	BU306F, BUT12, 2SC4130, 2SC4161	SI-N 500/400V 8A 45W <300/1400ns
2SC4927	BU2508DF, 2SC3893A, 2SC4763, 2SD2371	SI-N+Di 1500V 8A 50W monitor
2SC5027	2SC3271, 2SC3789...90, 2SC4828	SI-N 300/300V 0,1A 70MHz
2SC5048	BU2525AF, BU2527AF	SI-N 1500/600V 12A 50W
2SC5129	BU2520AF, BUH715, 2SC4542	SI-N 1500/600V 10A 50W
2SC5148	BU2525AF, 2SC3896, 2SC4758	SI-N 1500/600V 8A 50W
2SC5239	BUT11A, BUV46A, 2SC3148, 2SC3150	SI-N 900/550V 3A 50W 6MHz
2SC5249	BUT11AF, 2SC4054, 2SC4304, 2SD1571	SI-N 600/600V 3A 35W 6MHz
2SC5250	BU2520DF, 2SC4763	SI-N+Di 1500V 8A 50W monitor
2SD400	C4483...4485, D1207	SI-N 25V 1A 0.9W 180MHz
2SD471	BC337...338, BC635, BC637, BC639	SI-N 30V 1A 1W 130MHz
2SD560	D830, D1128, D1169, D1590	SI-N+Darl 150V 5A 30W
2SD667	2SC2383, 2SC3228, 2SD1292, 2SD1812	SI-N 120V 1A 0.9W 140MHz
2SD734	C4483, D1207, D1302, D1616	SI-N 25V 0.7A 0.6W 250MHz

Продолжение табл. 2

Транзистор	Зарубежный аналог транзистора	Электрические характеристики
2SD879	2SD1347	SI-N 30V 0,75W 200MHz
2SD880	BD241A, BD537, BD937, 2SD712	SI-N 60V 3A 30W 3MHz
2SD882P	BD785, MJE240...244, 2SD794	SI-N 40V 3A 10W 90MHz
2SD882Q	BD785, MJE240...244, 2SD794	SI-N 40V 3A 10W 90MHz
2SD965	2SC3671, 2SD1145, 2SD1244, 2SD2249	SI-N 40V 5A 0,75W 150MHz
2SD1111	BC618, BC877, BC879, BSR51...52	SI-N+Darl 80V 0,7A 0,6W B=25000
2SD1140	2SD1536, 2SD1786, 2SD1861, 2SD2046	SI-N+Darl 30V 1,5A 0,9W B=7000
2SD1148	BD245D, 2SC2706, 2SC2987, 2SD1047	SI-N HiFi 140/140V 10A 100W
2SD1207	2SC3328, 2SC4145, 2SD2096, 2SD2485	SI-N 60V 2A 1W 150MHz
2SD1266	BDT31F, 2SC3851, 2SD1408, 2SD2000	SI-N 60V 3A 35W 30MHz
2SD1273	2SD1259, 2SD1944, 2SD2092, 2SD2156	SI-N 80V 3A 40W 50MHz B>500
2SD1275	BDT61F, 2SD1790, 2SD1825, 2SD1987	SI-N-Darl+Di 60V 2A 35W 20MHz B>1000
2SD1276	BDT61F, 2SD1790, 2SD1825, 2SD1987	SI-N-Darl+Di 60V 4A 40W 20MHz B>1000
2SD1292	2SC2383, 2SC3228, 2SD667, 2SD1812	SI-N 120V 1A 0.9W 100MHz
2SD1347	2SC4487, 2SC4482, 2SD1145	SI-N 60V 3A 1W 150MHz
2SD1391	BU508A, BU908, C3485, D1496	SI-N 1500/700V 5A 100W
2SD1398	BU508D, 2SC3481, 2SD1730, 2SD1878	SI-N+Di HA 1500/800V 5A 80W
2SD1402	BU508A, BU908, C3485, D1496	SI-N TV-HA 1500V 5A 120W

Продолжение табл. 2

Транзистор	Зарубежный аналог транзистора	Электрические характеристики
2SD1403	BU508A, BU908, C3486, D1497	SI-N 1500/800V 6A 120W
2SD1426	BU706D, 2SC3480, 2SD1729, 2SD1877	SI-N+Di 1500/600 3.5A 80W
2SD1427	BU508D, 2SC3481, 2SD1730, 2SD1878	SI-N+Di 1500/600 5A 80W
2SD1428	BU508D, 2SC3482, 2SD1732, 2SD1879	SI-N+Di 1500/600 6A 80W
2SD1431	BU508A, BU908, 2SC3485...86, 2SC4291	SI-N 1500/600V 5A 80W
2SD1455	BU508A, BU908, 2SC3485...86, 2SD1496...97	SI-N 1500/600V 5A 50W
2SD1497	BU508A, BU908, 2SC3482, 2SC3685	SI-N 1500/600V 5A 50W
2SD1541	BU508DF, 2SC3480, 2SD1554, 2SD1650	SI-N+Di 1500V 3A 50W
2SD1545	BU2508AF, BU708F, 2SC4142, 2SD1655	SI-N 1500/600V 5A 50W
2SD1548	BU2520AF, BUH715, 2SC3897, 2SC4199	SI-N 1400/600V 10A 50W
2SD1554	BU508DF, BU706DF, D1650, D2089	Si-N+Darl TV-HA 155/600V 3.5A 40W
2SD1555	BU508DF, D1651, D2095, D2125	Si-N+Darl TV-HA 155/600V 5A 50W
2SD1556	BU508DF, 2SC3892A, 2SD1652, 2SD2125	SI-N+Di 1500/600V 6A 50W
2SD1650	BU708DF, 2SD1554, 2SD2089	SI-N+Di 1500/800V 3.5A 50W
2SD1651	BU508DF, 2SD1555, 2SD2095, 2SD2125	SI-N+Di 1500/800V 5A 60W
2SD1652	BU508DF, 2SC4293, 2SD1556, 2SD2125	SI-N+Di 1500/800V 6A 60W
2SD1710	BU508AF, C4142...43, D1655...56	SI-N 1500/800V 5A 50W

Продолжение табл. 2

Транзистор	Зарубежный аналог транзистора	Электрические характеристики
2SD1760	2SC3592, 2SC3386, 2SD1221, 2SD1802	SI-N 60V 3A 15W 90MHz
2SD1761	2SC3690, 2SC3746, 2SC3851, 2SD1586	SI-N 80V 3A 30W 8MHz
2SD1796	2SD1788	SI-N-Darl+Di 60V 4A 25W 60MHz B>2000
2SD1853	2SD1153, 2SD1660	SI-N-Darl+Di 80V 1,5A 0,7W B>2000
2SD1877	BU708DF, 2SD1554...55, 2SD1651, 2SD2089	SI-N+Di 1500/800V 4A 50W
2SD1878	DBU508DF, 2SD1555, 2SD2095, 2SD2125	SI-N+Di 1500/800V 5A 60W
2SD1879	BU508DF, 2SC4294, 2SD1556, 2SD2125	SI-N+Di 1500/800V 6A 60W
2SD1881	BU2520DF, 2SC4125, 2SC4531	SI-N+Di 1500/800V 10A 70W
2SD1883	BU706DF, D1544, D1654	SI-N TV-HA 1500/800V 4A 50W
2SD1884	BU508AF, 2SC4142, 2SD1545, 2SD1655	SI-N 1500/800V 5A 60W
2SD1886	BU508AF, 2SC3896	SI-N 1500/800V 8A 70W
2SD1887	BU2520AF, 2SC3897	SI-N 1500/800V 10A 70W
2SD1889	2SD1785, 2SD2025, 2SD1590	SI-N-Darl+Di 120/120V 6A 30W B=5000
2SD1933	BD647F, 2SD1589, 2SD1788, 2SD1928	SI-N-Darl+Di 80/80V 4A 30W B=3000
2SD1941	BU508AF, C4143, D1545, D1652	Si-N TV-HA 1500/650V 6A 50W
2SD1944	2SD1273, 2SD2092, 2SD2156, 2SD2375	SI-N 80V 3A 40W 50MHz B>400
2SD1994AR	2SD973A	SI-N 60V 1A 1W 200MHz
2SD1991	BC168, BC183, BC283, BC548, 2SD636	SI-N 30V 0,1A 0,4W 150MHz
2SD2012	BD935F, 2SD1406, 2SD1585, 2SD1913	SI-N 60V 3A 25W 3MHz B=100...320

Продолжение табл. 2

Транзистор	Зарубежный аналог транзистора	Электрические характеристики
2SD2058	2SC3851...52, 2SD1585, 2SD1985, 2SD2012	SI-N 60V 3A 25W 3MHz
2SD2061	2SC3691, 2SC3851, 2SD2000	SI-N 80V 3S 40W 8MHz
2SD2092	2SD2076	SI-N+Di 100V 3A 140MHz B>500
2SD2095	BU508DF, 2SD1555, 2SD1651, 2SD2125	SI-N+Di 1500/600V 5A 50W
2SD2132	2SC4204, 2SD2144...45, 2SD2191...92	SI-N 25V Ueb=12V 0,5A B>560
2SD2331	BU705DF, 2SD1554, 2SD1650, 2SD2089	SI-N+Di 1500/600V 3A Ibp=2A 60W
2SD2333	BU508DF, BU706DF, D1555, D2125	SI-N+Di HA 1500/600V 5A 80W
2SD2389	BDV67D, 2SD1123	SI-N-Darl 160/150V 8A 80W 80MHz B>5k
2SD2394	BD937F, BDT31F, 2SC3475, 2SC3851	SI-N 80V 3A 25W 8MHz
2SD2499	2SC4764	SI-N+Di 1500/600V 6A 50W
2SK212	BF410A, 2N5484	N-FET FM 20V Idss>0.6mA Up<2.5V
2SK241	BF510, 2SK238	N-FET FM 20V Idss>0.6mA Up<2.5V
2SK544	2SK192	MOS-N-FET-d FM/VHF 20V 30mA Idss>1.2mA
2SK725	BUZ338, 2SK788, 2SK899, 2SK1610	MOS-N-FET-e 500V 15A 125W <0.38R
2SK727	2SK685, 2SK1461, 2SK1760, 2SK1794	MOS-N-FET-e 900V 5A 125W <2.5R
2SK903	2SK1356, 2SK1460, 2SK1995	MOS-N-FET-e 800V 3A 40W <4R
2SK904	BUK456-800, 2SK791...792, 2SK1600...01	MOS-N-FET-e 800V 3A 80W
2SK955	2SK534, 2SK604, 2SK695, 2SK727, 2SK793	MOS-N-FET-e 800V 5A 125W <2R

Продолжение табл. 2

Транзистор	Зарубежный аналог транзистора	Электрические характеристики
2SK962	2SK1358, 2SK1614, 2SK1502, 2SK1795	MOS-N-FET-е 900V 8A 150W <2R
2SK1096	2SK1034, 2SK1306, 2SK1558	MOS-N-FET-е 60V 13A 30W <0,12R
2SK1117	K1402, K1801, K1639, K1643	MOS-N-FET-е 600V 6A 100W
2SK1118	2SK1404, 2SK1637, 2SK2044	MOS-N-FET-е 600V 6A 45W
2SK1284	2SK1113, 2SK1254, 2SK1299	MOS-N-FET-е 100V 3A 20W <0,32R
2SK1341	2SK1358, 2SK1462, 2SK1502, 2SK1614	MOS-N-FET-е 900V 6A 100W <3R
2SK1357	2SK727, 2SK794, 2SK1341, 2SK1649...50	MOS-N-FET-е 900V 5A 125W <2.5R
2SK1358	2SK1342, 2SK1502, 2SK1614, 2SK1796	MOS-N-FET-е 900V 9A 150W <1.4R
2SK1404	2SK1118, 2SK1637	MOS-N-FET-е 600V 5A 35W <1,5R
2SK1460	2SK1356	MOS-N-FET-е 900V 3.5A 50W <3.6R
2SK1462	2SK1358, 2SK1502, 2SK1614, 2SK1795	MOS-N-FET-е 900V 8A 150W <1.6R
2SK1464	2SK1685	MOS-N-FET-е 900V 8A 80W <1.6R
2SK1487	2SK896, 2SK1488, 2SK1723, 2SK1752	MOS-N-FET-е 450V 10A 125W <1R
2SK1535	2SK1356, 2SK1460	MOS-N-FET-е 900V 3A 30W <5R
2SK1611	2SK1356, 2SK1460	MOS-N-FET-е 800V 3A 50W <4R
2SK1692	2SK1342, 2SK1358, 2SK1614, 2SK1795	MOS-N-FET-е 900V 7A 150W <2R
2SK1821	BUK445-600, 2SK1142, 2SK1834	MOS-N-FET-е 600V 2A 30W <6.5R

Продолжение табл. 2

Транзистор	Зарубежный аналог транзистора	Электрические характеристики
2SK1833	BUK444-500, 2SK1758	MOS-N-FET-е 500V 2.5A 40W <4R
2SK1917	2SK526, 2SK1036	MOS-N-FET-е 250V 10A 50W <0.4R
2SK1953	BUK445-600, 2SK1142, 2SK1834	MOS-N-FET-е 600V 2A 25W <5R
2SK2039	2SK727, 2SK1341, 2SK1649...50, 2SK1794	MOS-N-FET-е 900V 5A 150W <2.5R
2SK2043	BUK445-600, 2SK1142, 2SK1834	MOS-N-FET-е 600V 2A 25W <4.3R
2SK2056	2SK1808	MOS-N-FET-е 800V 4A 40W <2.4R
2SK2134	BUK456-200, BUZ255, IRF640, IRF642	MOS-N-FET-е 200V 13A 70W <0.4R
2SK2141	2SK1118, 2SK1404	MOS-N-FET-е 600V 6A 35W <1.1R
2SK2275	2SK1356, 2SK1460	MOS-N-FET-е 900V 3.5A 35W <2.8R
3N60	BUZ90, 2SK513	MOS-N-FET-е 600V 3A 75W
6N60	K1118, K1404, K1637, K2118	MOS-N-Fet-e 600V 3.4A 70W <1.8R(3A)
6N60FI	K1118, K1404, K1637, K2118	MOS-N-Fet-e 600V 3.4A 70W <1.8R(3A)
AC03E	TAG137	Thir 500V 3A
BC107B	BC162, BC182, BC237, BC547	SI-N 50V 0,1A 0,3W 300MHz
BC158	BC213, BC258, BC558	SI-P 30V 0,1A 0,3W 130MHz
BC182	BC174, BC190, BC546	SI-N 60V 0.2A 0.3W
BC327-40	BC638, BC640, 2SB647, C327xx	SI-P 40V 0.8A 0.625W 100MHz
BC337	BC637, BC639, 2SD667, C337xx	SI-N 50V 0.8A 0.625W 100MHz
BC368	BC337...38, BC635, BC637, BC639	SI-N 25V 1A 0.8W 65MHz

Продолжение табл. 2

Транзистор	Зарубежный аналог транзистора	Электрические характеристики
BC369	BC303, BC640	SI-P TV-NA 80V 0.5A 0.3W
BC517	MPS-A25	SI-N+Darl 40V 0,4A 0,625W 220MHz B>30k
BC546	2SC2240, 2SC2459, 2SC2674...75, 2SC3378	SI-N 80V 0,1A 0,5W 300MHz
BC547	BC167, BC182, BC327	SI-N 50V 0.1A 0.5W 300MHz
BC548	BC168, BC183, BC283	SI-N 30V 0.1A 0.5A 300MHz
BC556B	2SA970, 2SA1049, 2SA1136	SI-P 80V 0,1A 0,5W 150MHz
BC557B	BC212, BC257, BC307	SI-P 50V 0.5W 150MHz
BC558B	BC213, BC258, BC308	SI-P 30V 0.5W 150MHz
BC637	BC537...538, 2SD667, 2N3700...01	SI-N 60V 1A 0.8W 130MHz
BC638	BC527...28, 2SB647, 2SA1013	SI-P 60V 1A 0,8W 50MHz
BC639	2SD667, 2N3700...01, 2SC2383	SI-N 100V 1A 0,8W 130MHz
BD136	KT814B, BD227, BD376, BD786	SI-P 45V 1.5A 12.5W >50MHz
BD139	BD230, BD379, BD791	SI-N 100V 1,5W 12,5W >50MHz
BD241C	BD243A, BD539B, BD543B, BD937	SI-N 70V 3A 40W 3MHz
BD242C	BD244C, BD540D, BD544D, BD940	SI-P 115V 3A 40W 3MHz
BD243C	BD543D, BD801, 2SD866	SI-N 115V 6A 65W 3MHz
BD244C	BD544D, BD802, 2SB870	SI-P 115V 6A 65W 3MHz
BD434	BD186, 2N5193	SI-P 22V 4A 36W 3MHz
BD677A	BD777, 2N6038	SI-N-Darl+Di 60V 4A 40W >10MHz B>750
BF421	BF437, 2SA1371...72, 2SA1251	SI-P 300V 25...50mA 0.83W >60MHz
BF422	BF298...99, BF483, BFR88...99	SI-N 250V 25...50mA 0.83W >60MHz

Продолжение табл. 2

Транзистор	Зарубежный аналог транзистора	Электрические характеристики
BF423	BF436...37, 2SA1371...72, 2SA1251	SI-P 250V 25...50mA 0.83W 60MHz
BF472	BF418, 2SA1353...54	SI-P 300V 0,03A 2W >60MHz
BF487	2SC2267, 2SC3469, 2SC4166, 2SD1385	SI-N 400V 0,05A 0,83W >70MHz
BF869	BF583, BF615, BF858...859, BF880...881	SI-N 250V 0,05A 5W >60MHz
BF871	BF583, BF617, BF859, BF880...81	SI-N 300V 0.05A 5W >60MHz
BF960	BF900, BF965...66	MOS-N-FET-d UHF 20V
BF979	KT3109A, BF479	SI-P UHF 1350...1600MHz
BT136-500	TCX10H500, TAG230-500, TAG231-500	TRIAC 500V 4A
BT136-600	TCX10H600, TAG230-600, TAG231-600	TRIAC 600V 4A
BT137-600	TAG224-600, MAC222A-600, TXD10H600	TRIAC 600V 8A
BT138-600	TAG225-600, TAG256-600, TXD10H600P	TRIAC 600V 12A
BT138-800	TAG225-800, TAG256-800, TXD10H800P	TRIAC 800V 12A
BU208A	KT838A, BU508, 2SC2928, 2SD350, 2SD820	SI-N CTV-HA 1500/700V 5A 12.5W
BU406	BU104P, BU408, 2SC3175, 2SC3591	SI-N TV-HA 400/200V 7A 60W
BU508A(F)	S2000AF, C3886A, C3996, D1548	SI-N CTV-HA 1500/700V 8A 34W
BU508D(F)	S2055AF, C3893, C4124	SI-N+Di CTV-HA 1500/700V 8A 34W
BU807	BU184, BU189	SI-N-Darl+Di TV-HA 330/150V 8A 60W

Продолжение табл. 2

Транзистор	Зарубежный аналог транзистора	Электрические характеристики
BU2508DF	C3893A	SI-N+Di CTV-HA 1500/700V 8A 45W
BU2508DX	2SC3893A	SI-N+Di CTV-HA 1500/700V 8A 45W
BU2520AF	2SC4542	SI-N 1500/800V 10A 45W
BU2520DF	2SC4763	SI-N+Di CTV-HA 1500/800V 10A 45W
BU2520DX	2SC4763	SI-N+Di CTV-HA 1500/800V 10A 45W
BU2522AF	2SC4542	SI-N CRT-HA 1500/800V 10A 45W
BU2525A	BUH1015	SI-N CTV-HA 1500/800V 12A 125W
BU2525AF	2SC4692	SI-N CTV-HA 1500/800V 12A 45W
BU2525AX	2SC4692	SI-N CTV-HA 1500/800V 12A 45W
BUH315	BU2508AF, 2SC3884...84, 2SC3894...95	SI-N CRT-HA 1500/700V 5A 50W
BUH315D	BU2508DF, 2SC3892A	SI-N+Di CRT-HA 1500/700V 5A 50W
BUH515	BU2508AF, 2SC3886A, 2SC3896	SI-N CRT-HA 1500/700V 8A 60W
BUH515D	BU2508DF, BU2520DF	SI-N+Di CRT-HA 1500/700V 8A 60W
BUK444-600B	BUK445-600, 2SK1611, 2SK1758, 2SK1834	MOS-N-FET-e 600V 1.5A 25W <4.5R
BUK444-800	BUK446-1000, 2SK808	MOS-N-FET-e 800V 1.6A 25W <8R
BUT11A	BUV46A, MJE8502, 2SC3050	SI-N 1000/450V 5A 100W
BUT11AF	BUT18AF	SI-N 1000/450V 20W
BUT11AX	BUT18AF	SI-N 1000/450V 20W
BUT56A	BUT12A, BUT76A, BUV56A	SI-N 1000/450V 8A 100W 10MHz

Продолжение табл. 2

Транзистор	Зарубежный аналог транзистора	Электрические характеристики
BUV48	BUW13A, 2SC3552	SI-N 850/450V 15A 150W 5MHz
BUV48A	BUW13A, 2SC3552	SI-N 1000/450V 15A 150W 5MHz
BUV48B	2SC3644	SI-N 1200/600V 15A 150W 5MHz
BUW12A	BUV47A, BUV48A...C	SI-N 1000/450V 10A 125W
BUW13A	BUV48A...C, 2SC3552	SI-N 1000/450V 15A 175W
BUZ11	BUK456-100, BUZ12	MOS-N-FET-e 50V 30A 75W <0,04R
BUZ11A	BUK456-100, BUZ12	MOS-N-FET-e 50V 26A 75W <0,055R
BUZ71A	BUZ10, IRF530, K888, K1416	MOS-N-Fet-e 50V 13A 40W <0.12R(9A)
BUZ80	BUZ81, 2SK513, 2SK792, 2SK1793	MOS-N-FET-e 800V 2,6A 75W <4R
BUZ80AFI	2SK1356, 2SK1460	MOS-N-FET-e 800V 2,6A 35W <3R
BUZ90	BUK455/600, 2SK1117, 2SK1402, 2SK1809	MOS-N-FET-e 600V 4,5A 70W <1,6R
BUZ90A	BUZ90, 2SK1117, 2SK1402, 2SK1809	MOS-N-FET-e 600V 4A 75W <2R
BUZ90AF	BUK455, BUK600A, B	MOS-N-Fet-e 600V 4.3A 75W
BUZ91A	BUK657-600	MOS-N-Fet-e 600V 8A 150W
BUZ332A	K684, K1032	MOS-N-Fet-e 600V 8A 150W
DTA114ES	AN1A4M, RN2002, UN4111, 2SA1348	SI-P+R Rb=Re=10k 50V 50mA 0.3W
DTA124ES	AN1F4M, RN2003, UN4112, 2SA1346	SI-P+R Rb=Re=22k 50V 100mA 0.3W
DTA144ES	AN1L4M, RN2004, UN4113, 2SA1345	SI-P+R Rb=Re=47k 50V 30mA 0.3W
DTC114ES	AA1A4M, RN1002, UN4211, 2SC3402	SI-N+R Rb=Re=10k 50V 50mA 0.3W
DTC124ES	AA1F4M, RN1003, UN4212, 2SC3400	SI-N+R Rb=Re=22k 50V 30mA 0.3W

Продолжение табл. 2

Транзистор	Зарубежный аналог транзистора	Электрические характеристики
DTC143TS	AA1L3M, RN1001, UN421L, 2SC4363	SI-N+R Rb=Re=4.7k 50V 100mA 0.3W
DTC144EL	AA1L4M, RN1004, UN4213, 2SC3399	SI-N+R Rb=Re=47k 50V 30mA 0.3W
IRF540	BUK456-100, BUZ22	MOS-N-FET-e 100V 28A 150W
IRF620	BUZ60, MTP5N20, 2SK358, 2SK924, 2SK1391	MOS-N-FET-e 200V 5.2A 50W <0.8R
IRF630	BUZ31...32, 2SK459, 2SK925, 2SK1393	MOS-N-FET-e 200V 9A 74W <0.4R
IRF640	BUZ30A	MOS-N-FET-e 200V 18A 125W <0.18R
IRF710	BUZ74, MTP2N40, 2SK382, 2SK892	MOS-N-FET-e 400V 2A 36W <3.6R
IRF730	BUZ60, 22SK552...53, 2SK1156, 2SK1246	MOS-N-FET-e 400V 5.5A 74W <1R
IRF740	BUZ61, MTP10N40, 2SK1378	MOS-N-FET-e 400V 10A 125W <0.55R
IRF822	BUZ74, MTP3N50, 2SK382, 2SK892, 2SK1244	MOS-N-FET-e 500V 2.2A 50W <4R
IRF822FI	BUK444-500, BUK445-600, 2SK1833	MOS-N-FET-e 500V 1.5A 30W <4R
IRF830	BUZ41A, MTP6N55, 2SK553, 2SK893	MOS-N-FET-e 500V 4.5A 74W <1.5R
IRF840	MTP8N50, 2SK555, 2SK894, 2SK1496	MOS-N-FET-e 500V 8A 125W <0,85R
IRF840FI	2SK1232, 2SK1608, 2SK1567, 2SK1627	MOS-N-FET-e 500V 4,5A 40W <0,85R
IRF9610	BUZ173, MTP3P25	MOS-P-FET-e 200V 1.8A 20W <3R
IRF9620	BUZ173, MTP3P25	MOS-P-FET-e 200V 3.5A 40W <1.5A
IRF BC30	BUZ90, 2SK1117, 2SK1402, 2SK1809	MOS-N-FET-e 600V 3.6A 74W <2.2R
IRF BC40	BUK657-600, BUZ91	MOS-N-FET-e 600V 6.2A 125W <1.2R

Продолжение табл. 2

Транзистор	Зарубежный аналог транзистора	Электрические характеристики
IRF BE30	BUZ81, 2SK1639, 2SK1501, 2SK1807	MOS-N-FET-е 800V 4,1A 125W
IRF P450	BUZ338, 2SK788, 2SK899, 2SK1610	MOS-N-FET-е 500V 14A 190W <0,4W
IRF Z24	BUZ21, 2SK942, 2SK1115, 2SK1417	MOS-N-FET-е 60V 17A 60W <0,1R
IRF Z40	BUZ11...12, PRFZ42, 2SK1418, 2SK1542	MOS-N-FET-е 50V 35A 125W <28mR
IRF Z44	BUK556-60	MOS-N-FET-е 60V 50A 150W <28mR
IRF Z46	BUK456-50, BUK556-60, BUZ100	MOS-N-FET-е 50V 50A 150W <24mR
MCR100-6	BRY55/400, TAG70D, TAG72D, 2N6565	Thy 400V 0,5A
MPS-A56	BC640, 2SB647, 2SB910, 2SB1116A	SI-P 80V 0,5A 0,625W 100MHz
MPS-A92	BF493, BF421A, BFP26, 2SB1074	SI-P 300/300V 0,5A 0,625W 50MHz
S8050	MPS651, 2SD1207, 2SD1227, 2SD1331	SI-N 40V 1,5A 1W 190MHz
S8550	MPS751, 2SB892, 2SB911, 2SB978	SI-P 40V 1,5A 1W 120MHz
S9012	BC327, BC636, BC638, BC640	SI-P 40V 0.5A 0.625W
S9013	BC337, BC635, BC637, BC639	SI-N 40V 0.5A 0.625W
S9014	BC414, BC550, 2SC2240, 2SC2675	SI-N 50V 0.1A 0.45W 270MHz
S9018	BF225, BF255, BF314, BF505, BF507	SI-N 30V 0.05A 0.4W 1100MHz
S2000AFI	BU508AF	SI-N CTV-HA 1500V 8A 50W
S2055AF	BU508DF	SI-N+Di CTV-HA 1500V 8A 50W
TIP29C	BD239C, BD241C, BD539D, BD935	SI-N 115V 2A 30W >3MHz

Окончание табл. 2

Транзистор	Зарубежный аналог транзистора	Электрические характеристики
TIP31C	BD241C, BD243C, BD539D, BD543D, BD935	SI-N 115V 3A 40W >3MHz
TIP32C	BD242C, BD244C, BD540D, BD544D, BD940	SI-N 115V 3A 40W >3MHz
TIP35C	BD249C, 2SD1049	SI-N 115V 25A 125W >3MHz
TIP42C	BD244C, BD544D, BD802, 2SB870	SI-P 115V 6A 65W >3MHz
TIP107	BD650, BD902, BDW74C...D, BDX54C...F	SI-P-Darl+Di 100V 8A 80W B>1000
TIP122	BD649, BD901, BDW23C, BDW63C	SI-N-Darl+Di 100V 5A 65W B>1000
TIP127	BD650, BD902, BDW24C, BDW64C	SI-P-Darl+Di 100V 5A 65W B>1000

3. Полевые транзисторы. Справочные данные и электрические характеристики

Полевые транзисторы прочно завоевали свою нишу в повседневных творческих буднях радиолюбителя. Эти транзисторы на основе МОП структуры имеют большое сопротивление электрическому току между стоком и истоком, что позволяет применять их в конструкциях таймеров различного назначения, усилителях, системах охраны, входных каскадов сенсорных и других электронных устройств, использующих чувствительные датчики. Спектр их применения практически неограничен.

Популярные еще десятилетие назад полевые транзисторы типа КП301...КП305 «боялись» статического электричества и требовали к себе осторожное отношение при монтаже. Развитие электронной промышленности способствует появлению на рынке (в свободной продаже) современных полевых транзисторов. Их доступная стоимость и широкие возможности позволяют предположить, что в будущем они не только сохраняют сегодняшнюю

популярность среди радиолюбителей, но будут распространяться еще шире. Мощные полевые транзисторы (типа КП741...КП745, КП922 и др.) позволяют коммутировать электрические цепи с большим током и в некоторых случаях заменять электромагнитные реле.

В табл. 3 представлен справочный материал по взаимозаменяемости популярных отечественных (СНГ) и импортных аналогов полевых транзисторов. Подборка осуществлена с применением отечественных и импортных справочников, личного опыта взаимозамен.

Подборка материала призвана помочь радиолюбителям и специалистам при проектировании радиоэлектронной аппаратуры любого назначения, при ремонте импортной аудио- радиотехники, и во всех случаях, когда требуется определить возможную взаимозаменяемость полевых транзисторов разных производителей.

Таблица 3

**Отечественные и зарубежные популярные полевые транзисторы.
Взаимозамены по электрическим характеристикам**

Отечественный транзистор	Зарубежный аналог	Отечественный транзистор	Зарубежный аналог
КП150	IRF150	КП505	BSS295
КП240	IRF240	КП510	IRF510
КП250	IRF250	КП520	IRF520
КП340	IRF340	КП530	IRF530
КП350	IRF350	КП540	IRF540
КП365А	BF410C	КП610	IRF610
КП382А	BF960	КП620	IRF620
КП440	IRF440	КП630	IRF630
КП450	IRF450	КП730А	IRGPH50F
КП501А	ZVN2120	КП731А	IRF710
КП502	BSS124	КП731Б	IRF711
КП503	BSS129	КП820	IRF820
КП504	BSS88	КП739В	IRFZ15

Продолжение табл. 3

Отечественный транзистор	Зарубежный аналог	Отечественный транзистор	Зарубежный аналог
КП740	IRF740	КП720	IRF720
КП740А	IRFZ24	КП722А	BUZ36
КП740Б	IRFZ20	КП723А	IRFZ44
КП740В	IRFZ25	КП723Б	IRFZ45
КП741А	IRFZ48	КП723В	IRFZ40
КП741Б	IRFZ46	КП723Г	IRLZ44
КП742А	STH75N06	КП724А	MTP6N60
КП742Б	STH75N05	КП724Б	IRF842
КП743А	IRF510	КП725А	TPF450
КП743Б	IRF511	КП726А	BUZ90А
КП743В	IRF512	КП727А	BUZ71
КП744А	IRF520	КП727Б	IRFZ34
КП744Б	IRF521	КП727В	IRLZ34
КП744В	IRF522	КП728А	BUZ80А
КП744Г	IRL520	КП730	IRF730
КП745А	IRF530	КП737В	IRF635
КП745Б	IRF531	КП739А	IRFZ14
КП745В	IRF532	КП739Б	IRFZ10
КП745Г	IRL530	КП840	IRF840
КП746А	IRF540	КП746Б	IRF541
КП731В	IRF712	КП746В	IRF542
КП737А	IRF630	КП746Г	IRL540
КП737Б	IRF634	КП747А	IRFP150
КП830	IRF830	КП748А	IRF610
КП640	IRF640	КП748Б	IRF611
КП707Б1	BUZ90	КП748В	IRF612
КП710	IRF710	КП749А	IRF620
КП717Б	IRF350	КП749Б	IRF621
КП718А	BUZ45	КП749В	IRF622
КП718Е1	IRF453	КП750А	IRF640

Продолжение табл. 3

Отечественный транзистор	Зарубежный аналог	Отечественный транзистор	Зарубежный аналог
КП750Б	IRF641	КП960А— КП960В	2SK659
КП750В	IRF642	2П934А	2SK1409
КП750Г	IRL640	2П703А	RRF623
КП751А	IRF720	КП953Г	F1014
КП751Б	IRF721	2П336 (А1, Б1)	2SK49
КП751В	IRF722	2П337(АР, БР)	BF410А
КП752А	IRF730	2П340А1	2SK508
КП752Б	IRF731	2П340Б1	2SK444
КП752В	IRF732	КП364А...И	2SK653
КП753А	IRF830	КП402А	BF998
КП753Б	IRF831	КП403А	3SK132
КП753В	IRF832	3П606 (А2...Б2)	MGF1802
КП771А	STP40N10	2П703Б	MTP4N10
КП307Ж	BF244А	2П712А	MTP12P08
КП402А	BF998	2П712Б	2N7089
КП961А	BLF242А	2П712В	MTP8P10
КП302Б, КП303Г	2N3819	КП719А	PFP12P08
КП302А, КП303В	2N5459	КП719Б	IRF5532
КП305А	2N5949	2П803А	BV2310
КП303Б	2SK513	КП803А	IRFBG30
КП333А	3SR137	КП809А, Б	IXTP3N80(А)
КП333Б	3SK162	КП809В, Г	BVZ90
КП922А	NTR7N05	КП809Д, Е	BVZ90(А)
КП922А1	IRF540, BUZ11	КП810А	DVZ216
КП909А— КП909В	3N169	КП810Б, В	YTF832
КП302А	BFR30, 2SK543-5	КП909А—В	3N169
		2П917А, Б	F1053
		КП922А	NTP7N05
		2П923А	VN1204N1

Окончание табл. 3

Отечественный транзистор	Зарубежный аналог	Отечественный транзистор	Зарубежный аналог
3П927А2	FLM5964-4C	КП745В	IRF532
3П927Б2	FLV5964-8C	КП746А	IRF540, 2SK1058, 2SK1529, EC10N20
3П927В2	MSM5964-2		
3П927Г2	MSM5964-5		
3П927Д2	MSM5964-10	КП784А	IRF9Z34 IRF9532
КП932А	МТР5N05	КП785А	IRF9540 2SJ162 2SJ200 EC10P20
КП934А	F1053		
КП934Б	ST1053		
КП934В	MSC0204100	КП302А, КП307А...Б	2N5104
2П942А-В	МRF136		
КП945А, Б	IRFR024		
КП953А-В	BLF544В	КП752А...В	IRF730 IRF731 IRF732
КП954А, Б	BFL545		
КП727Б	IRFZ34	КП778А	IRFP250

Таблица 4

Современные мощные полевые транзисторы

Наименование	Аналог	V_{ds} , В	I_d , А, при $t = 25^\circ\text{C}$	R_{ds} , Ом	P_d , Вт при $t = 25^\circ\text{C}$	Тип корпуса
КП782В	IRFZ20	50	17	0,1	60	TO-220AB
КП782Г	IRFZ24	60	17	0,1	60	
КП782Е	IRFZ34	60	30	0,05	88	
КП782Д	IRFZ30	50	30	0,05	88	
КП769А	IRF520	100	9,2	0,27	60	
КП769Б	IRF530	100	14	0,16	88	
КП769В	IRF640	200	18	0,18	125	
КП769Д	IRF730	400	5,5	1	74	
КП770А	IRF820	500	2,5	3	50	SOT-82
КП770А1	IRF820	500	2,5	3	42	

Окончание табл. 4

Наименование	Аналог	V_{ds} , В	I_d , А, при $t = 25^\circ\text{C}$	R_{ds} , Ом	P_d , Вт при $t = 25^\circ\text{C}$	Тип корпуса
КП770Д	IRF830	500	4,5	1,5	74	ТО-220АВ
2П707	Нет	600	10	1	60	КТ-56
КП790А	IRFP150	100	41	0,055	230	КТ-43В

4. Мощные СВЧ кремниевые транзисторы

Таблица 5

Мощные СВЧ кремниевые транзисторы

Наименование	Аналог	U , В	P , Вт	Частота, ГГц	Корпус
КТ9116А	TPV-394	28	5	170–230	КТ-56
КТ9116Б	TPV-375	28	15	170–230	КТ-56
КТ9133А	TPV-376	28	30	170–230	КТ-56
КТ9142А	2SC3218	28	50	470–860	КТ-44
КТ9150	TPV-595	25	8	470–860	КТ-81
КТ9151А	2SC3812	28	200	48–230	КТ-82
КТ9152А	2SC3660	28	100	470–860	КТ-82
КТ9173А	—	28	50	170–230	КТ-45

5. Электрические характеристики мощных биполярных транзисторов Дарлингтона

Таблица 6

Мощные биполярные транзисторы Дарлингтона

Наименование	Аналог	U , В	V_i , В	Полярность	P_{max} , Вт	I_{max} , А	Корпус
КТ8232А1	BU941	1,8	350/350	N-P-N	125	20	КТ-43В-1В
КТ8232Б1	—	1,8	300/300	N-P-N	125	20	КТ-43В-1В
КТ8246А	BDX33С	0,95	100/100	N-P-N	60	15	ТО-220
КТ8246Б	—	1	120/120	N-P-N	60	15	ТО-220
КТ8246В	BDX53	1,2	160/150	N-P-N	60	15	ТО-220
КТ8246Г	2N6387	1,3	300/150	N-P-N	60	15	ТО-220

6. Электрические характеристики ВЧ транзисторов

Таблица 7

Высокочастотные транзисторы

Наименование	Тип	Аналог	$f_{гр}$, МГц, min	h_{21e} , min	$U_{кэ}$, В	I_k , мА	P_k , мВт	$K_{ш}$, дБ, min	Корпус
КТ3169А91	Р	BF569	750	25	−35	30	200	4	КТ-46 (SOT23)
—	N	BFR93	4500	50	15	40	200	1,6	
—	N	BFR93A	5500	40	12	40	280	1,7	
—	N	BFR93P	5000	30	15	40	280	2,4	
КТ3187А91– Б91	N	BFR92– BFR92A	4600	40	15	25	200	2	
КТ3187Б91	N	BFS17A– BFS17P	4600	20	15	25	280	2,5	
КТ3191А91	Р	BFT92	4500	20	−15	25	200	2,4	
—	Р	BFT93	4000	20	−2	35	200	2,4	
КТ6129А91	Р	BFP194	4500	20	−15	100	700	—	
КТ6130А91	N	—	4000	20	15	100	700	—	
КТ3186А91– Б91	N	BFG67	6000	60	10	50	300	1,2	КТ-48 (SOT43)
—	N	BFG92A	5000	40	15	30	200	1,8	
—	N	BFG93A	5500	40	12	50	200	1,6	
—	N	BFP67	6000	60	10	50	300	2,5	
КТ3165А	Р	BF970	750	25	−35	30	200	4	КТ-29 (SOT37)
КТ3198Д	N	BFW92	2400	20	15	25	280	3,8	
—	N	BFW92A	2800	20	15	25	280	2,5	
—	N	BFR96	3200	25	15	75	700	3,2	
—	N	BFR96S	3200	50	15	100	700	3,2	
—	Р	BFQ51	4500	20	−15	25	200	2,4	
КТ3198А	N	BFR90	4600	40	15	25	280	2,4	
КТ3198Б	N	BFR90A	4600	40	15	25	280	2	
КТ3198В	N	BFR91	4000	25	15	35	300	1,9	
КТ3198Г	N	BFR91A	5000	40	15	35	300	1,6	

Окончание табл. 7

Наименование	Тип	Аналог	$f_{гр},$ МГц, min	$h_{21е},$ min	$U_{кэ},$ В	$I_{к},$ мА	$P_{к},$ мВт	$K_{ш},$ дБ, min	Корпус
—	N	2SC2369	4500	40	15	70	250	3	КТ-29 (SOT37)
—	N	2SC3358	6500	50	15	100	250	2	
—	N	2SC3608	6500	30	15	80	250	2	
—	N	BFG65T	6500	100	10	50	300	1,7	

7. Силовые модули на полевых транзисторах

Таблица 8

Силовые модули на полевых транзисторах

Наименование	Аналог	$V_{ds},$ В	$I_d, A,$ при $t =$ $= 25^{\circ}C$	$I_{dm},$ А	$R_{ds},$ Ом	$P_d, Вт$ при $t =$ $= 25^{\circ}C$	$V_{gs},$ В	Корпус
МТКП-200-0,6	IRFK4H054	60	200	600	0,005	500	$\pm 20\%$	ТО-244 (Мод. 1)
МТКП-150-0,6	—	60	150	450	0,008	400	$\pm 20\%$	
МТКП-100-2	IRFK4H250	200	100	300	0,021	500	$\pm 20\%$	
МТКП-80-2	—	200	80	240	0,03	400	$\pm 20\%$	
МТКП-70-4	IRFK4H350	400	70	210	0,05	500	$\pm 20\%$	
МТКП-50-4	—	400	50	150	0,075	400	$\pm 20\%$	
МТКП-50-5	IRFK4H450	500	50	150	0,1	500	$\pm 20\%$	
МТКП-36-5	—	500	36	108	0,15	400	$\pm 20\%$	

8. Тиристоры. Аналоговые замены

Таблица 9

Аналоговые замены отечественных и зарубежных тиристоров

Зарубежные тиристоры	Отечественные аналоги	Зарубежные тиристоры	Отечественные аналоги
10FCRL	T10-10	101RC20	T15-160
10PCRNL TAG10-800 TAG10-90	T112-10	101RA110 101RC25 101RC30	T161-160

Продолжение табл. 9

Зарубежные транзисторы	Отечественные аналоги	Зарубежные транзисторы	Отечественные аналоги
101RC40 101RC50 101RC60 101RC70 101RC80	T161-160	2SF784 2SF130 2SF785 C45A C45B C45C C45G C46A C46C C46G C46B C46H	T252-80
100AC100 100AC40 100AC60	TC160-100		
2N683—2N685	T122-25		
25KH01— 25KH08	TC122-25		
30TN60	T16-250	60TR20 60TR40 60TR60 60TR80 60TR100 60TR120 80TR10 80TR20 80TR40	T143-500
244TB1—244TB5	T143-630		
2N686-2N688 2N2888 2N2889	T222-25		
10PCRL	2T112-10		
2N1843A— 2N1845A	T112-16		
TUG840	T10-40	662T27 662T29 662T31 662T33 662T35 C601N C601T C601P	T253-1250
TUG940	T131-40		
TUG1040	T132-40		
2SF734	T141-40		
SKT24-08C SKT24-10C SKT24-12C SKT24-14C SKT24-16C BTW48-400 BTW48-500 BTW48-600	T232-50	C148S30 C148N30 C148T30 C148P30 C149A10 C149A20 C149B10 C149AB20 C149C10	ТБ151-63
2SF782	T141-80		
2SF126	T142-80		
2SF783	T151-80	T171F400EEC	ТБ171-200
2SF128	T152-80	2N6142	TC2-10

Продолжение табл. 9

Зарубежные транзисторы	Отечественные аналоги	Зарубежные транзисторы	Отечественные аналоги
FB150A16	TC160	T1020KB T1220KB	TC122-20
PT260	TC2-63		
37TB1	TC450	2N2548—2N2550 NLC178A NLC178B NLC178C	T171-200
T171F600EEC T171F800EEC T171F1000EFC T171F1100EFC T607011374BT	ТБ133-200	81RM10 81RM20 81RM30 81RM40 81RM50 81RL50 82RL50 81RL60 82RL60 81RL80	ТЧ125
TKAL210 TKAL220 TKAL240 TKAL260 TKAL280 TKAL2100	TC171-250		
BCR150B20 BCR150B24 FB150A20 FB150A24	TC161-160	2N6397—2N6399 2SF932-2SF939 C380A	T2-12 T16-400 T133-400
T8420M T8410B T8410D T8410M	TC142-80	2N1844—2N1850 TAG665-500 TAG666-500 TAG675-600 2N3668 2N3669 2N3670	T10-16 T10-12
TKAL110 TKAL120 100AC40 100AC60 TKAL180 100AC100 TKAL1100 TKAL1120 FB150A4	TC161-100	2N1842B— 2N1848B 2N6168—2N6170 2N691A 2N692A	T122-20 T10-20 T10-25
T120KB T220KB T320KB T420KB T520KB T530KB T620KB T820KB	TC122-20	2N683—2N685 BTW31-1200R BTW40-200R BTW40-400R BTW40-800R BTW92-1000RM	T122-25 T242-32 T15-32

Продолжение табл. 9

Зарубежные транзисторы	Отечественные аналоги	Зарубежные транзисторы	Отечественные аналоги		
2SF122	T10-80	C579-12gv3	ТБ171-160		
244ТБ1	T143-630	CR31-104CA CR31-104BA CR31-104AA CR31-204DA CR31-304CA CR31-304BA CR31-304AA CR31-404DA CR31-404CA CR31-404BA	ТБ1 160-80		
C390E	T153-800				
C390M	T253-800				
BTW92-1000RU	T142-32				
2N2574	T123-200				
3654-3659 PSIH800-1 PSIH800-2 PSIH800-3 PSIH800-4	T253-1000				
101RC20				T15-160	
BTX38-500R				T15-100	
30TN40	T15-250			38ТБ1—38ТБ10	ТБ161-100
30TN80	T123-250			2N5806—2N5808	TC2-25
30TN100 30TN120 FT250B4 FT250B6 FT250B8 FT250B10 FT250B12	T171-250	BCR150B4	TC125		
		T8420D	TC80		
		C148M30	ТЧ63		
		PSIE401-1STF PSIE401-2STF PSIE401-3STF PSIE401-4STF PSIE401-5STF PSIE401-6STF	ТБ143-320		
		2N6151 2N6154 2N6143 2N6152 2N6155 2N6153 2N6156			
		2N5257 2N5258 2N5259 2N5260 2N5261		TC171-200	
		2N5441—2N5443 T6400M T6406M			TC132-40
C390EC C390N C390T C390P FT800C4 FT800C6 FT800C8 FT800C10 FT800C12 FT800C16	T353-800				
C578-10gv2 C579-10gw2 C578-12gu2 C579-12gv2		ТБ171-160			

Продолжение табл. 9

Зарубежные транзисторы	Отечественные аналоги	Зарубежные транзисторы	Отечественные аналоги
T640D8 T640KB	TC132-40	60TR10	T16-500
2N685AS 2N690S 2N691A5 2N691AS 2N687AS— 2N689AS	ТЧ25	SKT24-02C	T10-50
T6001B T6006B T6001C T6006C T6001D T6006D T6000E T6001E T6006E	TC112-16	2SF736—2SF739 SKT16-02C SKT16-04C SKT16-06C SKT16-08C SKT16-10C SKT16-12C SKT16-14C	T232-40
240PAL60 240PAM70 240PAL70 240PAM80 240PAL80 240PAM90 240PAL90 240PAM100 240PAL100 240PAL110	ТБ143-400	2SF124	T15-80
CR24-202BB CR24-202AB CR24-302CB CR24-302BB CR24-302AB CR24-402CB CR24-402BB CR24-402AB CR24-502CB CR24-502BB	ТЧ40	662T25	T173-1250
SKT24-04C	T131-50	SKT24-06C	T132-50
C380B	T143-400	2N2543—2N2546	T15-200
		40RCS30	T10-63
		40RSC90 40RSC100 40RSC110 40RSC120	T252-63
		40RSC40	T141-63
		BTX38-700R BTX38-800R	T151-100
		40RSC50	T142-63
		40RSC60	T151-63
		40RSC70	T152-63
		40RSC80	T242-63
		81RK100 81RK100M 81RC100 81RK110 81RK120 81RK130	T161-125
		81RC90	T5-125
		T165F200TEC	T16-320

Продолжение табл. 9

Зарубежные транзисторы	Отечественные аналоги	Зарубежные транзисторы	Отечественные аналоги
T165F400TEC	T123-320	CR31-104DA	ТЧ80
T165F600TEC	T133-320	C448E C448M C448S C448N C448T C448P C448PA C448PB	ТБ253-1000
T165F800TEC T165F900TEC T165F1000TEC T165F1100TEC T165F1200TEC T165F1300TEC	T171-320		
244TB2 244TB3 244TB4 244TB5 ATS5H ATS6H ATS7H ATS8H ATS9H	T153-630	500SS12H 500S12H 550RBQ10 550RBQ20 550RBQ30 550RBQ40 550RBQ50	ТБ253-800
37TB2 37TB3 37TB4 37TB5 37TB6 37TB7 37TB8 37TB9 37TB10 37TB11 37TB12	ЕБ151-50	FB150A4 BCR150B6 BCR150B8 FB150A6	TC161-125
		25KH01— 25KH06 25KH08	TC122-25
		SPT260 T8421B PT360 SPT360 PT460 SPT460 PT560 PT660	TC142-63
FT250BY6 FT250BX4 FT250BY8 FT250BX6 FT250BY10 FT250BX10	ТБ133-250	FT500DY16 FT500DX16 FT500DY20 FT500DX20 FT500EY20 FT500EX20 FT500DY24 FT500DX24	ТБ153-630
500S10H	ТБ153-800		
T6000B	TC2-16		
50AC40	TC2-50		
T8420B	TC2-80		

Окончание табл. 9

Зарубежные транзисторы	Отечественные аналоги	Зарубежные транзисторы	Отечественные аналоги
FT500EY24 FT500EX24	ТБ153-630	50AS100 50AS100A 50AS120 50AS120A	TC132-50
50AS40A 50AS60 50AS60A 50AS80 50AS80A	TC132-50	38TB1–38TB10	ГЧ100
		2N5441–2N5446	TC2-40

9. Цифровые микросхемы.

Сведения по взаимозаменяемости отечественных и зарубежных аналогов

Таблица 10

Сведения по взаимозаменяемости отечественных и зарубежных цифровых микросхем

Зарубежные микросхемы	Отечественные аналоги	Зарубежные микросхемы	Отечественные аналоги
CD4000	K176ЛП4	CD4011A	K561ЛА7
CD4001	K176ЛЕ5	CD4012	K176ЛА8
CD4001A	K561ЛЕ5	CD4013	K176ТМ2
CD4001B	KP1561ЛЕ5	CD4013A	K561ТМ2
CD4002	K176ЛЕ6	CD4015	K176ИР2
CD4002A	K561ЛЕ6	CD4016	K176КТ1
CD4003	K176ТМ1	CD4017	K176ИЕ8
CD4005	K176РМ1	CD4017A	K561ИЕ8
CD4006	K176ИР10	CD4018A	K561ИР19
CD4007	K176ЛП1	CD4019A	K561ЛС2
CD4008	K176ИМ1	CD4020A	K561ИЕ16
CD4009	K176ПУ2	CD4022A	K561ИЕ9
CD4010	K176ПУ3	CD4023	K176ЛА9
CD4011	K176ЛА7	CD4024	K176ИЕ1

Продолжение табл. 10

Зарубежные микросхемы	Отечественные аналоги	Зарубежные микросхемы	Отечественные аналоги
CD4025	K176ЛЕ10	CD4081В	KP1561ЛИ2
CD4026	K176ИЕ4	CD4093А	K561ТЛ1
CD4027	K176ТВ1	CD4093В	KP1561ТЛ1
CD4028	K176ИД1	CD4094В	KP1561ПР1
CD4029А	K561ИЕ14	CD4098В	KP1561АГ1
CD4030А	K561ЛП2	CD40101	K564ИП6
CD4031	K176ИР4	CD40106В	KP1564ТЛ2
CD4033	K176ИЕ5	CD40107В	KP1561ЛА10
CD4034А	K561ИР6	CD40108А	K561ИР12, K564ИР12*
CD4035А	K561ИР9		
CD4040В	KP1561ИЕ20	CD40109	K564ПУ6*
CD4042А	K561ТМ3	CD40115	K176ИР3
CD4043А	K561ТР2	CD40161В	KP1561ИЕ21
CD4046В	KP1561ГГ1	CD40181	K564ИП3*
CD4049А	K561ЛН2	CD40182	K564ИП4*
CD4050А	K561ПУ4	CD4503А	K561ЛН3
CD4051А	K561КП2	CD4520А	K561ИЕ10
CD4052А	K561КП1	CD4518А	K561ИЕ10** KP1554ИЕ23
CD4054А	K561УМ1		
CD4055А	K561ИД4	CD4585А	K561ИП2
CD4056А	K561ИД5	MC14040В	KP1561ИЕ20
CD4059А	K561ИЕ15	MC14050В	KP1561КП3
CD4060В	K176ИЕ12	MC14053В	KP1561ИЕ22
CD4061	K176РУ2	MC14066В	KP1561КТ3
74НС241	KP1564АП4	MC14076В	KP1561ИР14
74НСТ241	KP1554АП4	MC14094А	K561ПР1
НСF40106	KP1564ТЛ2	MC14094В	KP1561ПР1
CD4066А	K561КТ3	MC1461В	KP1561ИЕ21
CD4070А	K561ЛП2	MC14194В	KP1561ИР15
CD4076В	KP1561ИР14	MC14502А	K561ЛН1

Продолжение табл. 10

Зарубежные микросхемы	Отечественные аналоги	Зарубежные микросхемы	Отечественные аналоги
MC14516A	K561IE11	SN7228	K155ЛЕ5
MC14519B	KP1561КП4	SN7432	K155ЛЛ1
MC14520A	K561IE10	SN7437	K155ЛА12
MC14531A	K561CA1	SN7438	K155ЛА13
MC14538A	K561ЛН3	SN7442	KM155ИД6
MC14554A	K561ИП5	SN7474	KM155ТМ2
MC14555B	KP1561ИД6	SN7477	K155ТМ5
MC14556B	KP1561ИД7	SN7485	K155СП1
MC14580A	K561ИР11	SN7490	K155IE2
MC14581A	K561ИП3	SN7492	K155IE4
MC14582A	K561ИП4	SN74138	K155ИД7
MC14585A	K561ИП2	SN74141	K155ИД1
MM54HC905	K1564ИР13	SN74151	K155КП7
MM54HC11	K1564ЛИ3	SN74154	K155ИД3
MM54HC02	K1564ЛЕ1	SN74161	K155IE10
MM54HC66	K1564ЛЕ4	SN74175	K155ТМ8
MM54HC14	K1564ТЛ2	SN74187	K155PE21
MM54HC77	K1564ТМ5	SN74193	K155IE7
MM54HC20	K1564ЛА1	SN74195	K531ИР12
MM54HC30	K1564ЛА2	SN74221	K155АГ4
MM54HC192	K156IE6	SN74273	K155ИР35
MM54HC193	K1564IE7	SN74366	K155ЛН6
TA5971	K176IE2	SN741005	K155ЛН10
AM25S05	K155ИК1	SN741020	K155ЛА22
SN7404	K155ЛН1	SN75450	K155ЛП7
SN7405	K531ЛН2	SN75451	K155ЛИ5
74LS05	K555ЛН2	SN75452	K155ЛА18
SN7408	K155ЛИ1	SN75453	K155ЛЛ2
SN7410	K155ЛА4	SN15830	K194ЛА1
SN7412	K155ЛА10	SN15831	K194ТВ1

Окончание табл. 10

Зарубежные микросхемы	Отечественные аналоги	Зарубежные микросхемы	Отечественные аналоги
SN15832	K194ЛА8	MC331	K194ТВ1
SN15846	K194ЛА5	MC332	K194ЛА8
SN15858	K194ЛА10	MC346	K194ЛА5
SN15862	K194ЛА3	MC358	K194ЛА10
SN151802	K194ЛА12	MC362	K194ЛА3
MC330	K194ЛА1		

* Аналог отличается только типом корпуса; цоколевка совпадает. Остальные микросхемы — полные аналоги.

** Возможна замена по функциональным характеристикам

10. Аналоговые микросхемы.

Сведения по взаимозаменяемости отечественных и зарубежных аналогов

Таблица 11

Сведения по взаимозаменяемости отечественных и зарубежных аналоговых микросхем

Зарубежные микросхемы	Отечественные аналоги	Зарубежные микросхемы	Отечественные аналоги
<i>Компараторы</i>		LM139H	K1401CA1
μA711H, MC1711G, LM711H	K521CA1	LM2901	K1401CA2
		LM393H	K1401CA3
		MAL319	K521CA6
μA710H, MC1710G, LM710H	K521CA2	NE527N	KP521CA4*
		SE527K	KP521CA4
LM111H	K521CA3	NE527H	K521CA401
LM211N	K554CA3Б	SE527, AM653	K544CA4
LM119, ICB8001	KP597CA3	AM685M	KM597CA1
CA3130B	K597CA3	AM685	KP597CA1
ICB8001C	KM597CA3	AM686	KP597CA2

Продолжение табл. 11

Зарубежные транзисторы	Отечественные аналоги	Зарубежные транзисторы	Отечественные аналоги
AM686M	KM597CA2	LM386	ЭКР1436УН1
MC14531	K561CA1	3403	K1401УД2
<i>Операционные усилители</i>		μA741H, MC1741G, LM741H, SN72741L	K140УД7
μA709CH, MC1709G, LM1709H, SN72709L	K153УД1А, K153УД1Б**	μA740H, MC1556G	K140УД8А, K140УД8Б**
μA101H, LM101H, SN52101L	K153УД2***	LM118H, SN52118	K140УД10
μA709H, MC1709G, SN72709L	K153УД3***	LM318H	K140УД11
LM735	K153УД4	μA776C, MC1776G	K140УД12
μA725C	K153УД5А, K153УД5Б**	LM108H, SN52108	K140УД14А
μA725H	K153УД501	LM741CH	K140УД16
LM301А	K153УД6***	μA747C	KP140УД20А
LM201AH	K153УД601	LM301N	K157УД2А, K157УД2Б*
μA702	K140УД1А, K140УД1Б**	μA725B	KP5514УД1А, KP551УД1Б**
TCA335А	K140УД8А, K544УД2А**	μA739C	KM551УД2А, KM551УД2Б**
CA3130E	K544УД2А, K544УД2Б**	LM101AM	K553УД1А
SN72770	K140УД6	LM301AP	K553УД2
MC1456G	K140УД608	LM324N	KP1401УД2А, KP1401УД2Б**
LM3900	K1401УД1**	LM4250	K1407УД2
L272M	KP1040УД3	LM343	K1408УД1
SFC2741	K140УД7	OP07E	K140УД17А, K140УД17Б**
LM358	KP1401УД5	LF335H	K140УД18
LM386	KP1064УН2	LF356H	K140УД22

Продолжение табл. 11

Зарубежные транзисторы	Отечественные аналоги	Зарубежные транзисторы	Отечественные аналоги
LF157	K140УД23	TDA7010	K174ХА42Б
ICL7650	K140УД24	TDA2002	K174УН14
CA3140	K1409УД1	TDA2003	K174УН14
HA2700	K154УД1А, K154УД1Б**	TDA2004	K174УН25
HA2530	K154УД2	TDA2005	K174УН27
AD509	K154УД3А, K154УД3Б***	TDA2009	K174УН29
AD513	K574УД1А, K574УД1Б,** K574УД1В**	TDA2030	K174УН19
		TDA2040	K174УН33
		TDA2050	K174УН30
HA2520	K154УД4А	TDA3810	K174ХА41
TBA931	KP551УД2А, KP551УД2Б*	TDA5592	K174ХА46
LF357H	KP544УД2А	TDA7021	K174ХА34
TL083	K574УД2А, K574УД2Б,** K574УД2В**	TDA7052	K174УН24
		TDA7088	K174ХА52
MC1458	K551УД2	TDA4180P LM318N, SN72318	K538УН1А K538УН1Б*
TL062	K551УД2	TCA440	K174ХА2
MA147	K153УД1А	LM380, TBA810S	K174УН7
CA3130	K1409УД1	LM381	K548УН1
TL071	K1401УД1	LM386	K174УН5
<i>Для радиоприема и звукоусиления</i>		KA373D	KP174УН12
		KA2209	KP174УН31
		ZN470AE	KP1026УН1
TDA1047	K174ХА6	<i>Для теле- и видеоаппаратуры</i>	
TDA1083	K174ХА10		
TDA1093	K174ХА19	TDA440	K174УР2Б
TDA1519	KP1051УН1	TDA1044	K174ГЛ3
TDA1519А	KP1051УН2	TDA1170N	K174ГЛ1А
TDA1524А	K174ХА48	TDA1236	K174УР11
TDA7000	K174ХА42А		

Окончание табл. 11

Зарубежные транзисторы	Отечественные аналоги	Зарубежные транзисторы	Отечественные аналоги
TDA2541	K174YP5	TDA4555	K174XA32
TDA2545	K174YP8	TDA4565	K174XA27
TDA2557	KP1051YP3	TDA4650	KP1051XA18
TDA2593	K174XA11	TDA8305A	K174XA38
TDA3501	K174XA17	TDA8341	KP1051YP4
TDA3503	K174XA33	TCA640	K174XA9
TDA3510	K174XA28	TCA650	K174XA8
TDA3520	K174XA16	TCA660	K174YK1
TDA3530	K174XA31	TBA120U	K174YP4
TDA3541	KP1021YP1	TBA920	K174AΦ1A
TDA3654Q	KP1051XA27	AN3224K	KP1054YP1
TDA4502	K174XA39	SL1430	K174YP10

* Отличаются только конструкцией корпуса; электрические характеристики и цоколевка совпадают.

** Аналог по основным электрическим характеристикам. Корпус и цоколевка совпадают.

11. Соответствие зарубежных микросхем-аналогов, выпускаемых в разных фирмах

Таблица 12

Соответствие зарубежных микросхем-аналогов, выпускаемых в разных фирмах

<i>Samsung</i>	<i>Sanio</i>	<i>Toshiba</i>	<i>Matsushita</i>	<i>Rohm</i>	Другие
KA2201	LA4145*	—	AN7116	BA527	TAB820M
KA2212	LA4140	TA7313AP*	AN7112*	BA526	—
KA386	—	TA7336P	—	BA546	LM386*
KA2206	LA4182/3*	TA7769P	AN7143	BA534	TEA2025
KA22065	—	TA8207*	—	—	—

Продолжение табл. 12

<i>Samsung</i>	<i>Sanio</i>	<i>Toshiba</i>	<i>Matsushita</i>	<i>Rohm</i>	Другие
KA22066	—	TA7282	—	—	—
KA2209	LA4530	TA7376P	AN7118	—	TDA2822M*
KA22103	—	TA8210*	—	—	—
KA2214	—	—	—	—	μPC1263C*
KA2213/0	LA4160*	TA7628	—	—	—
KA22131	LA4560M	—	—	BA3502F*	—
KA22134	—	TA8119P*	—	—	—
KA22135	—	—	—	—	LAG637D*
KA22136	—	—	—	—	LAG665*
KA2220	LA3210*	TA7137P*	AN7320	BA333*	μPC1158H
KA1222	LA3160*	TA7321P	—	—	M5152L*
KA2221	LA3161*	TA3775P*	AN7310	BA328*	M5152L*
KA22211	LA3160*	TA7121P	—	—	M5152L*
KA2223	LA3600*	TA7796P*	—	—	M5226P*
KA22233	—	—	AN7330K	—	—
KA22234	—	—	—	BA3822L*	—
KA2224	LA3220*	—	AN7312	BA343	—
KA22241	LA3225/6N	—	—	BA3308*	M51544L
KA22242	LA3225/6N	—	—	BA3312N*	M51544L
KA22261	—	TA7668BP*	—	—	—
KA7226	—	TA7658P*	AN3712	BA343	—
KA2228	—	TA7417P*	—	BA3416BL	—
KA22291	—	TA8189N	—	—	M51166P
KA22292	—	—	—	BA3422	—
KA2225	LA3230	TA7709P/F*	AN7315	BA3304	—
KA22421	—	TA7641BP*	—	—	CIC7641*
KA22425	—	—	—	—	CXA1191*
KA22426	—	—	—	—	CXA1019*
KA22427	—	TA7613AP*	—	—	TDA1083* ULN2204*
KA22429	—	—	—	—	TDA7021T*

Окончание табл. 12

<i>Samsung</i>	<i>Sanio</i>	<i>Toshiba</i>	<i>Matsushita</i>	<i>Rohm</i>	Другие
KA2243	—	—	—	BA4220*	HA12413*
KA2244	—	TA7303P*	AN278	BA404*	—
KA22441	LA1140*	—	AN7277	BA4110*	—
KA2245	LA1150*	TA7130P*	—	BA403*	μPC1028H*
KA2247	LA1260*	—	AN7223	BA4260*	—
KA22471	—	TA7640AP*	AN7223	—	—
KA2248A	LA1270	TA7687AP*	—	BA4228L	—

* Прямая замена

12. Аналоги операционных усилителей

Таблица 13

Аналоги отечественных и зарубежных операционных усилителей

Тип микросхемы и фирма-изготовитель				Аналог	Функциональное назначение
<i>Fairchild</i>	<i>Motorola</i>	<i>National</i>	<i>Texas ins.</i>		
μA709CH	MC1709G	LM1709L	SN72710L	K153УД1А/Б	ОУ
μA101H	MLM101G	LM101H	SN52101L	K153УД2	ОУ
μA709H	MC1709G	—	SN72709L	K153УД3	ОУ
—	—	LM735	—	K153УД4	Микро-мощный ОУ
μA725C μA725H	—	—	—	K153УД5А/Б K153УД501	Прецизионный ОУ
—	—	LM301A LM201Ah	—	K153УД6 K153УЛ601	ОУ
μA702 μA702C	—	—	—	K140УД1А/Б KP140УД1А/В	ОУ
—	MC1456C MC1456G	—	SN72770	K140УД6 KP140УД608	ОУ

Продолжение табл. 13

Тип микросхемы и фирма-изготовитель				Аналог	Функциональное назначение
<i>Fairchild</i>	<i>Motorola</i>	<i>National</i>	<i>Texas ins.</i>		
μA741H	MC1741G	LM741H	SN72741L	K140УД7	ОУ
μA740H	MC1556G	—	—	K140УД8	ОУ с полевым входом
μA709	—	—	—	KP140УД9	ОУ
—	—	LM118	SN52118	K140УД10	Высокоточный ОУ
—	—	LM318	—	K140УД11	Быстродействующий ОУ
μA776C	MC1776G	—	—	K140УД12	Микро-мощный ОУ
μA108H	—	LM108H	SN52108	K140УД14	Прецизионный ОУ
—	—	LM308	—	K140УД1408	То же
—	—	LM741CH	—	K140УД16	То же
μA747CN μA747C	—	—	—	K140УД20 KP140УД20	Два ОУ
—	—	LM301	—	K157УД2	То же
—	MC75110	—	SN75110N	K170АП1	Два передатчика в линию
—	MC75107	—	SN75107N	K170УП1	Два приемника с линии
μA726	—	—	—	K516УП1	Дифференциальная пара с температурной компенсацией

Окончание табл. 13

Тип микросхемы и фирма-изготовитель				Аналог	Функциональное назначение
<i>Fairchild</i>	<i>Motorola</i>	<i>National</i>	<i>Texas ins.</i>		
—	—	LM318	SN72318	K538УН1	Малошумящий УНЧ
μA740	MC1740P	LM740	SN72740N	K544УД1	ОУ с полевым входом
—	—	LM381	—	K548УН1	Два малошумящих предусилителя
μA725B	—	—	—	KP551УД1 А/Б	ОУ
μA739C	—	—	—	KM551УД2 А/Е	Малошумящий ОУ
μA709	MC1709P	LM709	SN72709N	K553УД1	ОУ
—	—	M101A1V	—	K553УД1А	Высокоэкономичный ОУ
—	—	LM301AP	—	K553УД2	То же
μA709	—	—	—	K533УД3	ОУ
—	—	LM2900	—	K1401УД1	Четыре ОУ
—	—	LM324	—	K1401УД2	То же
μA747C	—	LM4250	—	K1407УД2	Программируемый малошумящий ОУ
—	—	LM343	—	K1408УД1	Высоковольтный ОУ

Таблица 14

**Сводная таблица аналогов разных фирм,
не вошедших в табл. 13**

Тип микросхемы и фирма-производитель				Аналог	Функцио- нальное назначение
Разных фирм	<i>RCA</i>	<i>Analog Devices</i>	<i>Hitachi</i>		
SFC2741	—	—	—	КФ140УД7	ОУ
OP07E	—	—	—	К140УД17 А/Б	Прецизи- онный ОУ
LF355	—	—	—	К140УД18	Широко- полосный ОУ
LF356H	—	—	—	К140УД22	То же
LF157	—	—	—	К140УД23	Быстро- действующий ОУ
ICL7650	—	—	—	К140УД24	Прецизи- онный ОУ
—	CA3140	—	—	К1409УД1	То же
—	—	—	HA2700	К154УД1А/Б	Быстро- действующий ОУ
—	—	—	HA2530	К154УД2	То же
—	—	AD509	—	К154УД3А/Б	То же
—	—	—	HA2520	К154УД4	То же
TBA931	—	—	—	КР551УД2 А/Б	ОУ
—	CA3130E	—	—	К544УД2А/Б	ОУ с по- левым входом
LF357	—	—	—	КР544УД2 А/Б	То же
—	—	AD513	—	К574УД1А–В	То же
TL083	—	—	—	К574УД2А–В	Двухка- нальный быстро- действующий ОУ

13. Микросхемы для усиления аудио-видеосигналов

Таблица 15

Микросхемы для усиления аудио-видеосигналов — аналоги по электрическим характеристикам

АНАЛОГ					
отечественный	импортный	отечественный	импортный	отечественный	импортный
K118УН2	2А-30	KP1075УЛ2	BA3516	K174ХА3(А-Б)	NE545В*
K174УР4 КФ174УР4	A233	1421УЛ1	BA6581	KP1427УД1	NE5517
K174ХА10	A283	KP1054ХА2	BA7752LS	КН1420УД1	NE5539
K6401СА1	АСР10010	K153УД4	СА3078S	K174ХА12	NE561
KP1017ХА1	AD301	K1409УД1 KP1409УД1 КБ1409УД1-4	СА3140	K140УД17 KP140УД17 КБ140УД17-4 140УД1701	OP07A
K154УД3 КБ154УД3 154УД4(А-Б)	AD509	KP1082ХА1	CX10054	KP544УД12	OP177E
K574УД1 KP574УД1	AD513S	KP1057ХП1	CX20027	K140УД25 KP140УД25	OP27
K544УД6	AD647	KM1596ХЛ2	CX20106	K140УД26 KP140УД26 КБ140УД26-4	OP37

KM1432УД6	AD8011	KP1063XA2	CX20108	KP140УД30	OP42
KM1432УД4	AD810	KP1063XA1	CX20109	K544УД12	OPA177E
K1432УД1	AD811	K1027XA2	CX891	KM1432УД2	OPA628
K1432УД2	AD818	ЭKP1087XA8	CXA1197	KP1446УД1 КФ1446УД1	OPB72
KM1432УД3 K597CA1 KP597CA1 KM597CA1 KC597CA1	AD832 AM685	ЭKP1087XA9 KP1152XA1	CXA1238 HA11235	K148УН1 KP1506ХЛ1 КФ1506ХЛ1 ЭKP1506ХЛ1	PA234 SAA1250
K597CA2 KP597CA2 KM597CA2 KC597CA2	AM686	КФ1027XA3	HA13440	KP1506ХЛ2 ЭKP1506ХЛ2 КФ1506ХЛ2	SAA1251
KP1005УН1	AN262	1562ХЛ1	HA16L8A	KH1414УЛ1	SSI32R104
KM1005УР1	AN304	K154УД2	HA2520	KA1414УЛ2	SSI32R117
KP1054УР1	AN3224K	K154УД4	HA2530	KP154УД4 КБ154УД4 K148УН2	TA3300
KP1054УЛ1	AN3311K	KP1408УД1	HA2640	КФ174УН17	TA7688F
КФ1054УЛ1	AN3311S	K154УД1	HA2700	KP154УД1 K174УН4	TAA300
KP1043XA1	AN3792	K140УД21	HA2900		TAA611*

АНАЛОГ					
отечественный	импортный	отечественный	импортный	отечественный	импортный
КБ1053УЛ1-4	AN3792S	КМ1432УД4	HA5020	К174АФ1А	ТАА700*
КР1043ХА3	AN3795	К1423УД1	ICL7612	К174УН5	ТАА900*
КР1005ХА4	AN6310	К1423УД2	ICL7621	К123УН1(А-В) КР123УН1(А-В)	ТАА960
КР1005УЛ1	AN6320N	КР1446УД2 КФ1446УД2	ICL7622	К1407УД4 1416УД1	ТАВ1042
КР1005ХА5	AN6332	КР1446УД3 КФ1446УД3	ICL7642	К174УР3 К174УР3М	ТВА120*
КР1005ХА1	AN6341N	КР140УД24	ICL7650	К174УР6	ТВА120Т
КР1005ХА2	AN6350	КБ597СА3-4	ICL8001	К174УР4	ТВА120U
КР1005ХА6	AN6360	КР1055ХА1 КФ1055ХА1	L530	К174ХА1	ТВА2591
КР1005ХА7	AN6362	ЭКР174УН7	LA4420	К174УН7	ТВА810S
КР1043ХА5	AN6387	КР1054ХА1	LA7051	КР1128УД101	ТСА0372DP1
КР1005ХА9	AN6406	КР1075ХА3	LA7311	КР597СА4 КС597СА4	VC7695
КР1005УД1	AN6551	КР1075ХА4	LA7320	К140УД9	WC188
КФ1053УД2	AN6562S	КР1075ХА5	LA7323	КР1005ХА8 К714ХА21	XR-S200

KP1005XA3	AN6677	KP1075XA6	LA7330	KP1083XA1	XR-T56L22
KΦ1053CA2	AN6912S	K548УН3	LS503	K174XA18	XR215
KΦ1053CA1	AN6919G	K548УН2	LS549	K140УД1 KP140УД1	A702
KP1082XA2	AN7230	K538УН2 KP538УН2	LD505	K153УД1А K740УД1-1 K153УД101А KP140УД9	A709
KP1082XA3	AN7400	140УД23	LF157	K153УД301	A709А
K153УД2 K153УД201	LM301	K140УД23	LF257	K521CA2 K521CA201	A710
K153УД6 K153УД601	LM301А	K544УД14	LF347	K521CA1 K521CA101	A711
K553УД2 K140УД14 KP140УД14 KP140УД1408 K140УД1401	LM301N LM308	K544УД4 KP140УД18	LF353* LF355	K554CA1 K153УД5 K153УД501	A711C A725
K521CA3	LM311	K140УД22 K140УД2201 KP140УД22	LF356	KP551УД1	A725B
K554CA3	LM311N	K574УД3	LF357*	K744УД1-1	A740
K554CA301	LM311N14	KP140УД281	LF441	K140УД8(А-В) KP140УД8(А-В)	A740C

АНАЛОГ					
отечественный	импортный	отечественный	импортный	отечественный	импортный
KP140УД11.01	LM318	KP140УД282	LF442	KP553УД1	A741
K521CA6	LM319	KP140УД284	LF443	K140УД7	A741C
KM544УД7 KP1435УД2	LM324	K140УД33	LM10	KM551УД1	A741JN
K1401УД2	LM324N	740УД5-1 K740УД5-1	LM101	K140УД20 KP140УД20 KB140УД20-4 KФ140УД20	A747
KM1401УД2	LM324N14	K140УД11	LM118	K1407УД2	A776*
K1401CA1 KP1401CA1 KB1401CA1-4	LM339	K1401УД1 KB1401УД1-4	LM2900	K140УД1201 K140УД12 KP140УД1208 KP140УД12 KB140УД12-4	A776C
KP1408УД1	LM343	K1401CA2	LM2901	K1401УД4	AF774
K1401УД3 KP1435УД3	LM346	KФ1053УД3	LM2902	KP1017XA1	TCA205A
K1401УД5 KP1040УД1	LM358	K1401УД6	LM392	K174XA2 K174XA02	TCA440

K140YД27	LM363	K1401CA3 KP1401CA3 KP1040CA1	LM393	K174XA9	TCA640
K548YH1	LM381	KP1446YД2 KΦ1446YД2	MAX417	K174XA8	TCA650
K538YH1	LM382	KP1446YД3 KΦ1446YД3	MAX419	K174YK1	TCA660
KP1438YH2 KB1438YH2-4	LM386	K118YД1	MC1325	K174YH12	TCA730A
K538YH3 KP538YH3	LM387N	K123YC(A-B)	MC1352	K174YH10	TCA740
KP1435YД1	LM3900	K521CA4	NE527N	K174YP7 KΦ174YP7	TCA770
ЭKP1087XA5	TDA3827	K174YP8	TDA2545	K174YH9	TCA940
KP1039XA3	TDA4304	KP1021XA2	TDA2578A	K1401YД3	TD0146
K174YP2	TDA440	KP1051XA17	TDA2579A	K174YH13	TDA1002A
K174YP12	TDA4420	KP1021XA1	TDA2582	K174XA6	TDA1047*
KP1051YP1	TDA4443*	K174XA11	TDA2591	KΦ174YH21 KΦ174YH2101	TDA1050
KP1051YP2	TDA4445B	KP1021YH1	TDA2611	K174XA15	TDA1062
K174XA39	TDA4502A	KP1051XA6 KΦ1051XA6	TDA3047	K174XA10 KΦ174XA10	TDA1083
KP1039XA1	TDA4503A	K174XA17	TDA3501	KC1027XA4	TDA1085

АНАЛОГ					
отечественный	импортный	отечественный	импортный	отечественный	импортный
ЭКР1087ХА6	TDA4504B	ЭКР1568ХА2	TDA3503	K174ХА19	TDA1093B
K174ХА32 КР1051ХА22	TDA4555	K174ХА33 КР1051ХА21	TDA3505	КР1076ХА1	TDA1220
K174ХА27 КР1051ХА23	TDA4565	K174ХА28	TDA3510	K174УР11	TDA1236
КР1051ХА25	TDA4580	K174ХА16	TDA3520	K1082УН2 КР1051УН2	TDA1519A
K174ХА25	TDA4610	K174ХА31	TDA3530	КР1051УН1	TDA1519B
КР1051ХА18 КР1438ХА1	TDA4650	K714УР12 КР1021УР1	TDA3541	КР174ХА51	TDA1591
КР1051ХА7 КР1072ХА1	TDA5030	КР1021ХА4	TDA3562A	K174УН14	TDA2003
КР1051ХА11	TDA5030A	КР1051ХА12	TDA3566	K174УН15	TDA2004
КР1051ХА16 КФ1051ХА16	TDA5330T	КР1021ХА3	TDA3590	K174УН27	TDA2005
КР174ХА49	TDA5592	КР1021ХА10	TDA3591	K174УН11	TDA2020
КР1051ХА15	TDA6600	КР1021ХА8	TDA3652Q	K174УН19	TDA2030
K174ХА42 KC1066ХА1	TDA7000	КР1051ХА27	TDA3654Q	K174АФ5	TDA2530

КР1071ХА2 КФ1082ХА6 КФ174ХА34	TDA7021	КР1043ХА8	TDA3724	К174УР5	TDA2541
К1082УН3 КФ174УН24	TDA7052	КР1043ХА9	TDA3730	КР1038ХА2 КР174УН32	TEA1062А
КР1051УР4	TDA8341	КР1043ХА10	TDA3740	КР1064УН1	TEA1067
КР1051ХА19	TDA8413	КР1043ХА11	TDA3755	ЭКР1436ХА1	TEA1068
КР1051ХА5А КС1051ХА5	TDA8440	КР1043ХА12	TDA3760	К174ХА36	TEA5570
КР1051ХА8	TDA8442	КР1040ХЛ1	TDA3791	К174ХА46 КР1082ХА5 КФ1082ХА5	TEA5592
КР1051ХА4	TDA8443А	К174ХА41	TDA3810	КР174ХА55	TEA5710
КР1051ХА9	TDA8461	КР174ХА56	TEA5712	К1178ХК1	TLC32044
КР1051ХА10	TDA8490	КР174ХА53	TEA6300	К544УД10	TS272
КР544УД14	TDB0347	КР249КН8	TIL195	К544УД11	TS274
КР1038ХА1 КР1085УН1	TEA1062	КР1435УД4	TL084	КМ1423УД4	TLC27М41
К521СА5	TL810	КР174УН31	КА2209	К174УН12	TCA730
К174УН10А	TCA740				

* Разный корпус

Таблица 16

Сведения о взаимозаменах отечественных аналоговых микросхем

K1040УД1	KP544УД8	K1423УД2	KP544УД10
K1040УД2	KM544УД9	K157УЛ1	K1057УЛ1
K1401УД2	KP544УД7	K157УД2	K1057УД2
KP1401УД3	KP1435УД3	K174УН14	K1057УД14
KP1401УД4	KP544УД11	K174УН19	K1057УД19

14. Микросхемы технологии ЭСЛ

Таблица 17

Сведения о взаимозаменах микросхем технологии ЭСЛ

Зарубежные	Отечественные	Зарубежные	Отечественные	Зарубежные	Отечественные
МС10101	K500ЛМ101	МС10134	K500ТМ134	МС100118	K1500ЛК118
МС10102	K500ЛМ102	МС10136	K500ИЕ136	МС100122	K1500ИП122

МС10105	К500ЛМ105	МС10137	К500ИЕ137	МС100123	К1500ВА123
МС10106	К500ЛЕ106	МС10141	К500ИР141	МС100130	К1500ТМ130
МС10107	К500ЛП107	МС10149	К500РЕ149	МС100131	К1500ТМ131
МС10109	К500ЛМ109	МС10160	К500ИБ160	МС100136	К1500ИР136
МС10110	К500ЛЛ110	МС10161	К500ИД161	МС100141	К1500ИР141
МС10111	К500ЛЕ111	МС10162	К500ИД162	МС100150	К1500ИР150
МС10115	К500ЛП115	МС10164	К500ИД164	МС100151	К1500ИР151
МС10116	К500ЛП116	МС10165	К500ИБ165	МС100155	К1500КП155
МС10117	К500ЛК117	МС10173	К500ТМ173	МС100156	К1500ИП156
МС10118	К500ЛК118	МС10179	К500ИП179	МС100160	К1500ИП160
МС10123	К500ЛЕ123	МС10180	К500ИМ180	МС100163	К1500КП163
МС10124	К500ПУ124	МС10181	К500ИП181	МС100164	К1500КП164
МС10125	К500ПУ125	МС100102	К1500ЛМ102	МС100170	К1500ИД170
МС10129	К500ЛП129	МС100107	К1500ЛП107	МС100171	К1500КП171
МС10130	К500ТМ130	МС100112	К1500ЛП112	МС100194	К1500ИП194
МС10131	К500ТМ131	МС100114	К1500ЛП114	МС100415	К1500РУ415
МС10133	К500ТЛ133	МС100117	К1500ЛК117	МС100470	К1500РУ470

15. Справочные данные по микроконтроллерам семейства PIC и Atmel

С развитием электронной промышленности микроконтроллеры PICmicro стали одними из самых распространенных 8-разрядных микроконтроллеров. Специалисты и радиолюбители, обладающие необходимыми знаниями в этой сфере микроэлектроники, в настоящее время активно используют микроконтроллеры в своих разработках. Дискретные элементы (отдельные полупроводники, резисторы, конденсаторы и другие радиоэлементы) популярные в XX веке уступили место активно развивающейся отрасли производства ЧИП элементов и перепрограммируемых устройств — микроконтроллеров. Это говорит о том, что в ближайшем будущем микроконтроллеры не только не потеряют свою популярность среди радиолюбителей, но распространяться еще более широко.

Отличительными особенностями микроконтроллеров PIC (Peripheral Interface Controller) являются RISC архитектура, невысокая цена (относительно микроконтроллеров 8X51 фирмы *Atmel* или 16-разрядных микроконтроллеров фирмы *Mitsubishi* M16C/62), большая нагрузочная способность выводов, широкий ассортимент предлагаемых кристаллов.

Эти микроконтроллеры, как и популярные микросхемы памяти, производит фирма *Microchip*.

Микроконтроллеры — это программируемые высоко интегрированные микросхемы, возможности которых в автоматизации управления электронными устройствами и компонентами практически неограниченны и зависят от заложенной программы. Программируются такие микросхемы с помощью специальных устройств — программаторов, например ChipProg (производства той же фирмы). Программаторы промышленного изготовления продаются и в розницу в магазинах радиоэлементов. Для операции программирования микроконтрол-

леров необходимо знать язык программирования Ассемблер.

Как распознавать микроконтроллер по его маркировке? Например, по маркировке микроконтроллера

$$\begin{array}{ccccccc} \text{PIC} & 16\text{C} & 54 & \text{-04} & \text{I} & \text{P} & \\ & 1 & & 2 & 3 & 4 & \end{array}$$

можно определить его особенности.

Маркировка микроконтроллера семейства PIC состоит из четырех определяющих моментов:

- 1) семейство;
- 2) тактовая частота (МГц);
- 3) температурный диапазон «I» от $-40...+85\text{ }^{\circ}\text{C}$, «.» (без обозначения) $0...+70\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- 4) тип корпуса (ширина корпуса/шаг):

P	PDIP (15,24 мм/2,54 мм)
SO	SOIC (7,62/1,27)
SP	PDIP (7,62/2,54)
SN	SOIC (3,81/1,27)
SM	SOIC (5,28/1,27)
JW	CDIP с окном (15,24/2,54)
L	PLCC
PQ	PQFP
PT	TQFP
SS	SSOP (5,28/1,27)

В табл. 18 и 19 приведены некоторые справочные данные, позволяющие идентифицировать микроконтроллеры семейства PIC.

Таблица 18

Микроконтроллеры семейства PIC

Маркировка	Микроконтроллер
PIC12C5XX	8-выводной CMOS микроконтроллер
PIC12CE5XX	8-выводной CMOS микроконтроллер с EEPROM памятью данных

Окончание табл. 18

Маркировка	Микроконтроллер
PIC12C67X	8-выводной CMOS микроконтроллер с АЦП
PIC12CE67X	8-выводной CMOS микроконтроллер с АЦП и EEPROM памятью данных
PIC14000	28-выводный микроконтроллер для обработки аналоговых сигналов
PIC16C5X, PIC16HV540	EPROM/ROM CMOS микроконтроллеры
PIC16C55X	EPROM CMOS микроконтроллер
PIC16C6X	CMOS микроконтроллер
PIC16C64X, PIC16C66X	EPROM микроконтроллер с аналоговыми компараторами
PIC16X62X	18-выводной EPROM CMOS микроконтроллер
PIC16CE62X	CMOS микроконтроллер с аналоговыми компараторами и EPROM памятью данных
PIC16C7X	CMOS микроконтроллер с АЦП
PIC16C71X	20, 28 и 40-выводной CMOS микроконтроллер с 12-разрядным АЦП
PIC16C745/765	CMOS микроконтроллер для работы с шинами USB, PS/2 со встроенным АЦП
PIC16C77X	20, 28 и 40-выводной CMOS микроконтроллер с 12-разрядным АЦП
PIC16F87X	20/40-выводной CMOS FLASH микроконтроллер
PIC16X8X	CMOS FLASH/EPROM микроконтроллер
PIC16C9XX	CMOS микроконтроллер с драйвером ЖКИ индикатора
PIC17C4X	Высокопроизводительные CMOS EPROM/ROM микроконтроллеры
PIC17C7XX	Высокопроизводительные CMOS EPROM микроконтроллеры
PIC18CXXX	Микроконтроллеры с расширенной архитектурой

Таблица 19

Популярные микроконтроллеры семейства PICmicro

Тип	ПЗУ (емкость слов)	EEPROM	ОЗУ	f , МГц	Входы/ выходы	АЦП	Последо- вательные порты	ШИМ	Компа- раторы	Таймер	ICSR	Корпус
PIC12C508A	512×12	—	25	4	6	—	—	—	—	1+WDT	Есть	8P, 8SM, 8JW
PIC12C509A	1024×12	—	41	4	6	—	—	—	—	1+WDT	Есть	То же
PIC12CE519	1024×12	16	41	4	6	—	—	—	—	1+WDT	Есть	То же
PIC14000	4096×14	—	192	20	20	8 SLAC	I ² C/SMB	—	2	2+WDT	Есть	28SP, 28SO 28SS, 28JW
PIC16C54C	512×12	—	25	20	12	—	—	—	—	1+WDT	Нет	18P, 18JW, 18SO, 20SS
PIC16C505	1024×12	—	41	4	12	—	—	—	—	1+WDT	Есть	14P, 14SL
PIC16C62B	2048×14	—	128	20	22	—	I ² C/SPI	1	—	3+WDT	Есть	28SP, 28SO 28SS, 28JW

Продолжение табл. 19

Тип	ПЗУ (емкость слов)	EEPROM	ОЗУ	f , МГц	Входы/ выходы	АЦП	Последо- вательные порты	ШИМ	Компа- раторы	Таймер	ICSR	Корпус
PIC16C63A	4096×14	—	192	20	22	—	USART/ I ² C/SPI	2	—	3+WDT	Есть	28SP, 28SO, 28JW
PIC16CE624	1024×14	128	96	20	13	—	—	—	2	1+WDT	Есть	18P, 18SO, 20SS, 18JW
PIC16CE625	2048×14	128	128	20	13	—	—	—	2	1+WDT	Есть	То же
PIC16C711	1024×14	—	68	20	13	4	—	—	—	1+WDT	Есть	То же
PIC16C715	2048×14	—	128	20	13	4	—	—	—	1+WDT	Есть	То же
PIC16C72A	2048×14	—	128	20	22	5	I ² C/SPI	1	—	3+WDT	Есть	28SP, 28SO 28SS, 28JW
PIC16C73B	4096×14	—	192	20	22	5	USART/ I ² C/SPI	2	—	3+WDT	Есть	28SP, 28SO, 28JW

PIC16C74B	4096×14 Flash	—	192	20	33	8	USART/ I ² C/SPI	2	—	3+WDT	Есть	40P, 40JW, 44L 44PQ, 44PT
PIC16F84A	4096×14 Flash	64	68	10	13	—	—	—	—	1+WDT	Есть	18P, 18SO, 20SS
PIC16F873	4096×14 Flash	128	192	20	22	5(10Bit)	USART/ I ² C/SPI	2	—	3+WDT	Есть	28SP, 28SO, 28JW
PIC16F874	8192×14 Flash	128	192	20	33	8(10Bit)	USART/ I ² C/SPI	2	—	3+WDT	Есть	40P, 44L, 44PT
PIC16F876	8192×14 Flash	256	368	20	22	5(10Bit)	USART/ I ² C/SPI	2	—	3+WDT	Есть	28P, 28SO, 28SS
PIV16F877	8192×16	256	368	20	22	8(10Bit)	USART/ I ² C/SPI	2	—	3+WDT	Есть	40P, 44L, 44PT
PIC17C44	16384×16	—	454	33	33	—	USART	2	—	4+WDT	Нет	40P, 40JW, 44L 44PQ, 44PT

Окончание табл. 19

Тип	ПЗУ (емкость слов)	EEPROM	ОЗУ	f , МГц	Входы/ выходы	АЦП	Последо- вательные порты	ШИМ	Компа- раторы	Таймер	ICSR	Корпус
PIC17C756A	8192×16	—	902	33	50	12 (10 Bit)	USART/ I ² C/SPI	3	—	4+WDT	Нет	64SP, 68CL, 68L, 64PT
PIC18C242	1024×12	—	512	40	22	5 (10 Bit)	USART/ I ² C/SPI	2	—	4+WDT	Нет	64SP, 68CL, 68L, 64PT

Примечания:

WDT — сторожевой таймер;

USART/I²C/SPI — протоколы последовательной передачи данных;

ICSP — возможность программирования по последовательному каналу в готовом устройстве.

Микроконтроллеры фирмы Atmel. Восьмиразрядные микроконтроллеры компании *Atmel* выпускаются с архитектурой C51 и AVR.

Распознавать их по обозначению также не представляет труда. По маркировке микроконтроллера

<u>AT</u>	<u>89C</u>	<u>51</u>	<u>-24</u>	<u>P</u>	<u>I</u>
<i>I</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>

можно определить его особенности:

Маркировка микроконтроллера семейства *Atmel* состоит из шести определяющих моментов:

- 1) префикс;
- 2) технические особенности исполнения:
 - 89C/LV — с архитектурой C51,
 - 89S/LS — с архитектурой C51, программирование в системе,
 - 87F — OTP, с архитектурой C51,
 - 90S — стандартные с архитектурой AVR,
 - Mega — с архитектурой mega AVR,
 - Tiny — с архитектурой tiny AVR;

3) семейство;

4) тактовая частота, МГц: 4, 10, 12, 16, 24, 33;

5) тип корпуса (ширина корпуса/шаг):

P	PDIP
S	SOIC (7,62/1,27)
J	PLCC
Q	PQFP
A	TQFP;

6) температурный диапазон:

I	−40...+85 °C
C	0...+70 °C
A	−55...+125 °C.

16. Процессорно-ориентированные микросхемы с СМ и Risc системами команд

Таблица 20

Процессорно-ориентированные микросхемы с СМ и Risc системами команд. Аналоги по электрическим характеристикам

АНАЛОГ					
отечественный	импортный	отечественный	импортный	отечественный	импортный
КА1835ВГ11	DC2052P175A	ЭКР1835ВЕ39 КР1835ВЕ39	180С39	КР580ВА87	18287
КА1835ВГ15	DC2053P105A	КР1847ВГ6 1840ВЕ42	180С42	КР580ВГ88 КР1810ВГ88 К1810ВГ88	18288
КА1835ВГ10	DC2054P119A	КР1830ВЕ48 КР1873ВЕ48	180С48	КР580ВБ89 КР1810ВБ89 К1810ВБ89	18289
КМ1818ВТ1 КС1818ПЦ1	DC301	К1030ХК1 КР1835ВЕ49 КР1857ВГ4 ЭКР1835ВЕ49	180С49	КР580ВК91А	18291А
КР1818ВА19	DC319AP	КА1835ВГ14 КР1835ВГ14	180С49А6214	КР580ВГ92	18292
КЛ1848ВГ62	DC362	КР1830ВЕ51 КР1835ВЕ51 КС1830ВЕ51-В002 КМ1830ВЕ51 ЭКР1830ВЕ51	180С51	КР580ВА93	18293

КЛ1848ВГ63	DC363	ЭКР1830BE52	180C52	КР1834BB11	182C11
КЛ1848ВГ65	DC365	КМ1821ВМ85 КР1821ВМ85	180C85А-2	КМ1831ВВ19 М1860ВВ19	182C19
КЛ1848ВГ79	DC379	КР1834ВМ86 КР1835ВМ86 КИ1834ВМ86 ЭКР1834ВМ86	180C86	ЭКР1847ВТ37	182C37А
КЛ1848ВГ80	DC380	КР1834ВМ88	180C88	КФ1857ВВ4	182C50
КМ1813ВЕ1	12920-16	КР1831РУ55	181C55	ЭКР1847В2 КР1847ВВ2	182C50А
К585ИК01	13001	К1810ВТ3 КМ1810ВТ3	18203	М1860ВВ51А	182C51А
К585ИК02	13002	КМ1809ВГ7	182062	М1860ВН54 КР1834ВН54 КМ1821ВН54	182C54
К585ИК03	13003	КР580ВГ18	18218	ЭКР1847ВН54	182C54А
К589РА04	13104	КР580ГФ24 КМ580ГФ24	18224	КМ1821ВВ55	182C55
К585ИК14	13214	КМ580ВК28 КР580ВК28	18228	КМ1821ВН59 М1860ВН59А	182C59
К585АП16 КН585АП16	13216	КР1810ВТ37 К1810ВТ37	18237	ЭКР1847ВН59	182C59А
К585АП26 КН585АП26	13226	КР580ВК38	18238	КР1834ВГ72	182C72А

АНАЛОГ					
отечественный	импортный	отечественный	импортный	отечественный	импортный
КР1142АП1	17250	1859ГФ384	182384	КМ1821ВВ79	182С79
КР1816ВЕ31 К1816ВЕ31 КМ1816ВЕ31	18031	КР580ВТ42	18242	КР1834ИР82 КМ1821ИР82	182С82
КР1816ВЕ35 КР1850ВЕ35 КС1850ВЕ35	18035	КР580ВР43	18243	КР1834ИР83 КМ1821ИР83	182С83
КР1816ВЕ39 КР1850ВЕ39 КМ1850ВЕ39	18039	КР580ИК51 К580ИК51	18251	КР1834ГФ84	182С84
КР1850ВЕ40 КМ1850ВЕ40	18040	КР580ВВ51А	18251А	КМ1821ВА86	182С86
КР1850ВЕ48 КМ1850ВЕ48	18048	К580ВИ53	18253	КФ1847ВГ7	182С862
КМ1816ВЕ49	18049	КМ580ВИ53	18253-5	КМ1821ВА87	182С87
КМ1850ВЕ50 КР1850ВЕ50 КС1850ВЕ50	18050	КР1810ВИ54	18254	КР1834ВГ88	182С88
КМ1816ВЕ51	18051	КР580ИК55 К580ИК55	18255	КР1834ВБ89 КР1834ВН59	182С89

K1810BH59 KP1810BH59	18059	KP580BB55A KM580B55A	18255A	KЛ1874BE36	183C196KB12
KP580BM1	18080	KP1810BK56	18256AH	KM1821PE55	183C55
KP580BM80A ЭКР580BM80A	18080A	KP580BT57 KP580ИК57 ЭКР580BT57	18257	KM1816BE48 KP1816BE48	18748
KP1810BM86 KM1810BM86 KM1810BM86Б K1810BM86	18086	KP580BH59 ЭКР580BH59	18259	KM1816BE751 KC1816BE751	18751
K1810BM87 KM1810BM87	18087	KP1810BG72	18272A	KC1830BE751	187C51
KP1810BM88 KM1810BM88 K1810BM88	18088	KP580BG75	18275	K1878BE3Φ	M68HC05P9EM
K1810BM89 KP1810BM89	18089	KP580BG76	18276	KM1868BE2 KΦ1868BE2	MN1551VXNS
KP1093BM2	180C196	KP580BB79	18279	KP1802BP6	MPY008H
ЭКР1847BM286	180C286	KP580ИК82 K1810ИP82	18282	K1802BP4 KM1802BP4	MPY12HJ
KP1835BE31 K1830BE31	180C31	KP580ИК83 K1810ИP83	18283	K1802BP5 KM1802BP5	MPY16HJ
ЭКР1830BE32	180C32	K1810ГΦ84 KP1810ГΦ84 KP580ГΦ84	18284	K589ИК01	MPY3001

АНАЛОГ					
отечественный	импортный	отечественный	импортный	отечественный	импортный
KP1830BE35	180C35	KP580BA86 KM580BA86	18286	K589ИК02	MPY3002
KA1847BG1	ST62BC001	KP1857BG1	WD37C65B	K589ИК03	MPY3003
KA1847BT2	ST62BC002	KP1858BM1 KM1858BM1	Z80	K589ИР12	MPY3212
KA1847BT3	ST62BC003-B	K586BB1	Z80-PIA	K589ИК14	MPY3214
KA1847BB1	ST62BC004-B	586BM1 K586BM1	Z8000	K589АП16	MPY3216
KA1847BT1	ST62C005-B	K1582BM2-0100 KP1858BM2	Z80A	K589АП26	MPY3226
KA1847BG2	ST62C008	KB1038АП1-4 ЭКР1436АП2	KA2411	K1802BP3 KP1802BP3	MPY8H
KA1853BG12	ST7778	KP1818BB1 KM1818BB1	WD1100-01	K1802BP7 KP1802BP7	MPY8HJM
KA1835BG17 ЭКР1835BG17	TC8565	KP1818BИ3 KM1818BИ3	WD1100-03	K1802BB1 KP1802BB1	N82S112
KP1814BE1	TMS1000	KP1818BФ4 KM1818BФ4	WD1100-04	KP1878BE1	PIC16C84
KP1814BE2	TMS1000-NLL	KM1818BB5	WD1100-05	KP1506BG3 KP1853BG1 KP1857BG1	SAA1293

КР1814ВЕ3	TMS10990LP	КР1818БК12	WD1100-12	КР1863ВГ93	SA1293A10E
КФ1857ВВ4	VL16C451-QC	КФ1857ВВ1	WD11C00C-22	КР1863ВГ3	SAA1293A3
КР1857ВГ4	WD1015-PL-37A	КР1857ВГ3	WD2010A-05	К584ВМ1 КР582ИК2 КР584ВМ1	SBP0400
КФ1869ВЕ2 ЭКФ1869ВЕ2	PD1723?	КФ1829ВМ1 КБ1829ВМ1-2	PD7502?	К1809ВВ3	SCN2681P
КМ1818ВВ61	PD7201?	КБ1829ВМ2-2	PD7507?	К1827ВЕ3	PD7720?
К1809ВГ4	PD7220?	К1809ВГ1	PD765?	К1827ВЕ4	PD77P20?
КБ1829ВЕ1-2	PD7500?	КР1816ВЕ39	8039	К581ИК1 КР581ИК1	CP1611
КЛ1839ВМ1	Micro-VAX2	К1878ВЕ3Ф	M68HC05P9EM	К581ИК2 КР581ИК2	CP1621
КМ1012ИК2 КР1012ИК2	MM5824N	КР1800ВТ3	MC10803	КР1820ВГ1 ЭКР1820ВГ1 ЭКФ1820ВГ1	COP472
КР1818ВВ5	MC2652	К1800BA4 KC1800BA4	MC10804	ЭКР1820ВЕ6	COP444
КМ1818ВВ52	MC2661PC	К1800BA7 KC1800BA7	MC10807	КР1818ВГ93	FDC1793
КР1820ВЕ3	COP424C	КР1820ВЕ2	COP420	КР1820ВЕ4	COP404
КР1820ВЕ1 ЭКР1820ВЕ1	COP402				

17. Микросхемы — аналоги для телефонии

Таблица 21

Сведения о взаимозаменах микросхем для телефонии

АНАЛОГ					
отечественный	импортный	отечественный	импортный	отечественный	импортный
K1804BЖ1 KM1804BЖ1	AM2960DC	KB1008BЖ26 KP1008BЖ26	UM91214/15C	K1008BЖ1	KP1064BЖ1 KP1083BЖ1
KM1804BЖ2 KC1804BЖ2	AM2961DC	KP1008BЖ25 KB1008BЖ25-4	UM91214/15D	K1008BЖ5	KP1064BЖ5
KM1804BЖ3 KC1804BЖ3	AM2962DC	KФ1008BЖ27 KB1008BЖ27	UM91215C	K1008BЖ7	KP1064BЖ7
K1828BЖ1 KP1828BЖ1	AM29818	KP1008BЖ17	UM9151-3	KP1008BЖ1	KP1008BЖ28
KM1008BЖ1	AY5-9151A	KP1008BЖ19	UM91531	KP1008BЖ5	KP1089BЖ1
KP1818BЖ1	F9401C	KP1008BЖ15	WE9192	KP1008BЖ7	KP1089BЖ2
ЭКР1008BЖ10	FT58C51	KP1008BЖ14	WE9192B	KP1064ПП1	KP1085ПП1
ЭКР1008BЖ16	FT93210C KS58006	K1002ХЛ2	WE9192B/U	KP1059АП1/2	ЭКР1436АП1/2
KP1008BЖ11	KS5805A	KP1008BЖ12	S2560A	KP1064УН2	ЭКР1436УН1

КР1008ВЖ10	KS5851	КР1008ВЖ16	KS58006	КА2410	КР1436АП1
КР1008ВЖ18	MV8770	КР1008ВЖ6	S7230		
КМ1518ВЖ2	TDC1023	КМ1091ВЖ1	UM91260A		
КМ1518ВЖ3	TDC1043	КМ1091ВЖ2	UM91261		
КР1008ВЖ4	S2561	КР5001ГП1	LS1240A		
КР1064ПП1	PSB6520	1026УН1	ZN470E		
КР1091ГП1	L3240	КР1064УН2	TEA1083 MC34119P		
КР1059АП1	ML8204	КР1064ХА1	MC34118		
КР1059АП2	ML8205				

Примечания:

КР — корпус DIP-18;

КФ — корпус SO20 (поверхностный монтаж);

КБ — бескорпусная.

18. Микросхемы – стабилизаторы и преобразователи напряжения

Таблица 22

Микросхемы-аналоги (полные аналоги по электрическим характеристикам) стабилизаторов и преобразователей напряжения

		АНАЛОГ			
отечественный	импортный	отечественный	импортный	отечественный	импортный
КБ1212ЕРН5-4 КР1212ЕН5	μA7805	КР1183ЕН8	μA7908СТ	КР1184ЕУ1	CS5155
КР142ЕН5(А–Г)	μA7805U	КР1183ЕН9	μA 7909СТ	КР1213ЕН1,5	CS5205-1.5
КР142ЕН5(А–Г) КР1212ЕН6	μA7806	КР5007ЕН12 КБ5007ЕН12-4	μA7912	КР1213ЕН2,5	CS5205-2.5
КР1212ЕН8 КР1212ЕН9 КБ1212ЕН8-4 КБ1212ЕН9-4	μA7808	КР1183ЕН12	μA7912СТ	КР1213ЕН2,85	CS5205-2.85
КР1212ЕН10 КБ1212ЕН10-4	μA7810	КР5007ЕН15 КБ5007ЕН15-4	μA7915	КБ1213ЕН3-4 КР1213ЕН3	CS5205-3
КР1212ЕН12 КБ1212ЕН12-4	μA7812	КР1183ЕН15	μA7915СТ	КР1213ЕН3,3	CS5205-3.3
КР1212ЕН15 КБ1212ЕН15-4	μA7815	КР5007ЕН18 КБ5007ЕН18-4	μA7918	КР1213ЕН3,5	CS5205-3.5
КР1212ЕН18 КБ1212ЕН18-4	μA7818	КР1183ЕН18	μA7918СТ	КБ1213ЕН5 КР1213ЕН5-4	CS5205-5

КР1212ЕН20 КБ1212ЕН20-4	μA7820	КР1183ЕН20	μA7920CT	1151ЕН1	LM196
КР1212ЕН24 КБ1212ЕН24-4	μA7824	КР5007ЕН24 КБ5007ЕН24-4	μA7924	К1019ЕМ1	LM235
КР1212ЕН27 КБ1212ЕН27-4	μA7827	КР1183ЕН24	μA7924CT	К1156ЕН1	LM2925
КР1212ЕН85 КБ1212ЕН85-4	μA7885	КР1183ЕН27	μA7927CT	КР5010ЕН1	LM2931
КР1157ЕН5 КР5006ЕН5 КБ5006ЕН5	μA78L05	КР142ЕН10	μA79GKM	КР5010ЕН10 КБ5010ЕН10-4	LM2931-10
КР1157ЕН6 КР5006ЕН6 КБ5006ЕН6	μA78L06	КР142ЕН17А(Б)	LA5004M	КР1170ЕН12 КР5010ЕН12 КБ5010ЕН12-4	LM2931-12
КР1157ЕН8 КР5006ЕН8 КБ5006ЕН8	μA78L08	КР142ЕП1А(Б)*	LM100	КР5010ЕН15 КБ5010ЕН15-4	LM2931-15
КР1157ЕН9 КР5006ЕН9 КБ5006ЕН9	μA78L09	142ЕН12А	LM117	КР1170-ЕН3	LM2931-3
КР1157ЕН10 КР5006ЕН10 КБ5006ЕН10	μA78L10	КР(КФ)1158ЕН3 КР(КФ)1158ЕН301	L4803 КБ5010ЕН3,3-4	КР5010ЕН3,3	LM2931-3.3

АНАЛОГ					
отечественный	импортный	отечественный	импортный	отечественный	импортный
КР1157ЕН12 КР5006ЕН12 КБ5006ЕН12	μA78L12	КБ5008ЕН5-4 КР(КФ)1158ЕН5	L4805	КР1170ЕН4	LM2931-4
КР1157ЕН15 КР5006ЕН15 КБ5006ЕН15	μA78L15	КР9КФ)1158ЕН6 КР(КФ)1158ЕН601	L4806	КР1170ЕН5 КР5010ЕН5 КБ5010ЕН5-4	LM2931-5
КР1157ЕН18 КР5006ЕН18 КБ5006ЕН18	μA78L18	КР5008ЕН8 КБ5008ЕН8-4	L4808	КР1170ЕН6	LM3129-6
КР1157ЕН24 КР5006ЕН24 КБ5006ЕН24	μA78L24	КР(КФ)1158ЕН9 КР(КФ)1158ЕН901 КР5008ЕН9	L4809	КР1170ЕН8 КР5010ЕН8 КБ5010ЕН8-4	LM3129-8
К1157ЕН27Т КР1157ЕН2701 КР1157ЕН27	μA78L27	КБ5008ЕН10-4 КР5008ЕН10	L4810	КР5010ЕН8,5 КБ5010ЕН8,5-4	LM3129-8.5
КР1157ЕН501 КР1212ЕН5М	μA78M05	КБ5008ЕН12-4 КР(КФ)1158ЕН12 КР(КФ)1158ЕН1201 КР5008ЕН12	L4812 КБ5010ЕН9-4	КР1170ЕН9 КР5010ЕН9	LM2931-9

КР1212ЕН6М КБ1157ЕН6-4	μA78M06	КБ5008ЕН15-4 КР(КФ)1158ЕН15 КР(КФ)01158ЕН1501 КР5008ЕН15	L4815	К1156ЕН3	LM2931А
КР1212ЕН8М КБ1157ЕН801	μA78M08	КБ5008ЕН3,3-4 КР(КФ)1158ЕН33 КР(КФ)1158ЕН3301 КР5008ЕН3,3	L4833	КР1156ЕН5	LM2931СТ
КР1212ЕН9М КБ1157ЕН901	μA78M09	КР142ЕН6(А-Е)	NE5554	КР1157ЕН1	LM317L
КР1212ЕН10М	μA78M10	К1114ЕУ3	SG1526	КР1212ЕН1-4 КР1212ЕН1 КР142ЕН12А(Б)	LM317Т
КР1212ЕН12М КБ1157ЕН1201	μA78M12	К142ЕН6(А-Е)	SG1501АТ	КР1168ЕН1	LM337Т
КР1212ЕН15М КБ1157ЕН1501	μA78M15	КР142ЕН15(А-Б)	SG3501	КР142ЕН14	LM723N
КР1212ЕН18М КБ1157ЕН1801	μA78M18	КР1180ЕН5	MC7805	КР142ЕН20	LM7820
КР1212ЕН20М	μA78M20	КР1180ЕН6	MC7806	КР142ЕН9(А-Е)	LM7820СТ
КР1212ЕН24М КБ1157ЕН2401	μA78M24	КР1180ЕН8	MC7808	КР142ЕН23	LM7824
КР1156ЕУ1	μA78S40	КР142ЕН8А	MC7808СТ	К142ЕН9 (А-В)	LM7824СТ

АНАЛОГ					
отечественный	импортный	отечественный	импортный	отечественный	импортный
KP5007EH5 KB5007EH5-4	μA7905	KP1180EH9	MC7809	KP1162EH5	LM7905
KP1183EH5	μA7905CT	KP1180EH12	MC7812	KP1183EH5	LM7905CT
KP5007EH6 KB5007EH6-4	μA7906	KP142EH8B	MC7812CT	KP1179EH18	MC7918
KP1183EH6	μA7906CT	KP1180EH15	MC7815	KP1179EH20	MC7920
KP5007EH8 KB5007EH8-4	μA7908	KP142EH8B	MC7815CT	KP1179EH24	MC7924
KP1162EH6	LM7906	KP1180EH18	MC7818	KP1179EH52	MC7952
KP1162EH8	LM7908	KP1180EH20	MC7820	K1168EH5T KP1168EH5 KP1199EH5 KP5009EH5 KB5009EH5-4	MC79L05
KP1162EH9	LM7909	KP1180EH24	MC7824	K1168EH6T KP1168EH6 KP1199EH6	MC79L06
KP1162EH10	LM7910	KP1181EH5 KP1188EH5	MC78L05	K1168EH8T KP1168EH8	MC79L08
KP1162EH12	LM7912	KP1181EH6	MC78L06	K1168EH9T KP1168EH9 KP1199EH9	MC79L09

KP1162EH15	LM7915	KP1181EH8 KP1188EH8	MC78L08	K1168EH12T KP1168EH12 KP5009EH12 KP1199EH12	MC79L12
KP1162EH18	LM7918	KP1181EH9	MC78L09	K1168EH15T KP1168EH15 KP5009EH15 KP1199EH15	MC79L15
KP1162EH20	LM7920	KP1181EH12 KP1188EH12	MC78L12	K1168EH18T KP1168EH18 KP1199EH18 KP5009EH18	MC79L18
KP1162EH24	LM7924	KP1181EH15	MC78L15	K1168EH20T KP1168EH20 KP1199EH20	MC79L20
KP1184EH1	LP2950	KP1181EH18	MC78L18	K1168EH24T KP1168EH24 KP1199EH24 KP5009EH24	MC79L24
KP1184EH1A KB1184EH7-4	LP2950-3.3	KP1181EH20	MC78L20	KP1033EY4	ML4812
KP1184EH2	LP2951	KP1181EH24	MC78L24	KP1033EY6	ML4819
KP1184EH2A KB1184EH8-4	LP2951-3.3	KP1179EH5	MC7905CT	K142EH1(A-Г)	MC1460F

АНАЛОГ					
отечественный	импортный	отечественный	импортный	отечественный	импортный
КР1195ЕН1Б	LT1083СТ	КР1179ЕН6	МС7906	К142ЕН2(А-Г) КР142ЕН2(А-Г)	МС1460Р
КБ142ЕН22А-4	LT1084	КР1179ЕН8	МС7908	К142ЕН3(А-Б)	МС1469R
КР142ЕН22А	LT1083	КР1179ЕН9	МС7909	К1033ЕУ1 КР1033ЕУ1	TDA4600
КР1195ЕН12	LT1084СК-12 LT1084СТ-12	КР1179ЕН12	МС7912СТ	КР1033ЕУ2 КР1114ЕУ6	TDA4605
КР1195ЕН3	LT1084СК-3.3 LT1084СТ-3.3	КР1179ЕН15	МС7915СТ	КР1033ЕУ3	TDA4605-2
КР1195ЕН5	LT1084СК-5 LT1084СТ-5	КР142ЕН26(А-Б)	LT1085-2.5	ЭКР1087ЕУ1	TDA4605-02
КР1195ЕН1А	LT1084СТ	КР142ЕН22Б	LT1085	КР142ЕН25(А-Б)	LT1085-2.9 LT1086-2.9
КР142ЕН24(А-Б)	LT1085-3.3 LT1086-3.3	КБ142ЕН22-4	LT1581		

19. Прочие микросхемы различного назначения

Таблица 23

**Прочие микросхемы различного назначения.
Аналоги по электрическим характеристикам**

Зарубежные микросхемы	Отечественные аналоги	Зарубежные микросхемы	Отечественные аналоги
ITT7150	K1803BЖ1	TL494CN	1114ЕУ4
79L15	1157ЕН1502	MC75107, SN75107N	K170УП1
TL494LN	1114ЕУ4	μA726	K516УП1
78L15	1168ЕН15	ТВА2800	KP1056УП1**
LT1086	1234ЕН3АП	NE555, LM555, ECG955M	KP1006ВИ1
μA7812	KP142ЕН8Б	LMC555	
μA7805	KP142ЕН5А	ICL7555	
LM117	KP142ЕН5А	XR-L555M	
LD1085CT	KP142ЕН22	LM317	KP142ЕН3
UAA180, A277	KP1003ПП1	LM3914	K1003ПП1
SAS560	K1003KH1	NE556, ECG978	KP1006ВИ1***
CA3086	K198HT1, K198HT1A*	AD7520 DAC0801	KP572ПА1А
L497B	KP1055ХП4	AD7541	KP572ПА2А, KP572ПА2В*
VFC32	K1108ПП1	Hi562	K1108ПА1
U642B	KP1055ГП2	AD558	K1108ПА2А
2716	KP573РФ5	AD7570	KP572ПВ1А
L9686, U2043	KP1055ГП1, KP1055ГП1Б, KP1055ГП1Г*	ICL7107IN	KP572ПВ2А
MC33193	KP1055ГП3А, KP1055ГП3Б,* KP1055ГП3В*	AD7574	KP572ПВ3А
MC75110, SN75110N	K170АП1	AD7581	KP572ПВ4А
		ICL7106IN	KP572ПВ5А

Окончание табл. 23

Зарубежные микросхемы	Отечественные аналоги	Зарубежные микросхемы	Отечественные аналоги
ICL7135	KP572ПВ6А	LS1240	KP1064ПП1
TDC1013	K1108ПВ1А	LS3240	KP1064ПП1
AD571	K1113ПВ1А	ZVN2120	KP1064КТ1
7581DAC	K1113ПВ1		

Примечания:

* Аналог по электрическим характеристикам и цоколевке.

** Аналог по электрическим характеристикам. Не совпадают корпус и цоколевка.

*** Заменяется двумя микросхемами KP1006ВН1.

20. Коммутаторы и мультиплексоры.

Справочные данные

Современные коммутаторы сегодня — это микросхемы с разной степенью интеграции элементов, обеспечивающие управление электрическими сигналами. Название этих устройств происходит от слова «коммутировать», что означает включать—выключать. Простейшими коммутаторами можно назвать электромагнитные реле.

Однако они имели и имеют массу недостатков, являясь источником индуктивных помех, небезопасных для современных электронных компонентов. Прогресс шел вперед, и в дальнейшем были разработаны коммутаторы на основе полупроводников. Эти устройства обладали несомненными преимуществами перед громоздкими и неэкономичными электромагнитными реле, но наряду с положительными качествами они имели несомненные недостатки. Их управляющая и коммутируемая цепи являются электрически связанными и влияют друг на друга, то есть имеется обратная связь. С появлением со-

временной вычислительной техники, высокоинтегрированных микросхем, чувствительным к сигналам малых амплитуд напряжения и токов, потребовался электронный прибор, сочетающий в себе оптимальные свойства реле и лучшие качества транзисторных схем. Было создано новое поколение оптоэлектронных коммутаторов, включающих в себя оптрон с чувствительным входом, то есть излучатель, фотоприемник и усилитель.

Преимущество нового прибора оказалось очевидным — полная гальваническая развязка входной (управляющей) и выходной (коммутируемой) цепей. Связь излучателя с фотоприемником осуществляется посредством световых сигналов, при передаче световых импульсов электрические заряды не являются переносчиками информации. Тем самым отсутствует обратная связь — какие бы процессы не происходили в коммутируемой цепи нагрузки, они не влияют на цепь управления и косвенно защищают ее.

Кроме оптоэлектронных и индукционных коммутаторов сегодня среди радиолюбителей популярны коммутаторы на транзисторных схемах (полевых и биполярных), «спрятанных» в корпус микросхемы. Наиболее популярны, безусловно, коммутаторы на основе МОП транзисторов — они отличаются чрезвычайно низким потреблением тока (единицы микроампер), стабильно работают в широком диапазоне напряжений питания и защищены от помех. Это электронные ключи. Промышленностью выпускаются также микросхемы для коммутации аналоговых сигналов (их удобно применять в соответствующей аудио- и видеоаппаратуре с двуполярным напряжением питания).

Кроме них, в этом сообществе коммутаторов выделяется группа приборов, называемых мультиплексорами. Они могут управлять несколькими цепями сигналов в зависимости от цифрового кода на входах управления. Различают мультиплексоры аналоговых и цифровых сигналов.

В справочном материале, приводимом здесь, подобраны наиболее популярные и функциональные отечественные микросхемы, доступные для всех радиолюбителей. Подборка материала призвана оказать практическую помощь радиолюбителям-конструкторам РЭА и всем заинтересованным радиолюбителям. Надо заметить, что в низковольтных схемах коммутаторы работают стабильно и надежно часто в круглосуточном режиме много лет подряд. Автор не приводит в своей статье обширных справочных данных для рассматриваемых микросхем, полагая, что при необходимости с такой информации можно легко ознакомиться в соответствующих справочных изданиях. Эта подборка для относительно опытных радиолюбителей, знакомых с принципами действия коммутаторов, ключей и мультиплексоров, и конструирующих на их основе различные электронные устройства.

Микросхемы на биполярных транзисторах. Микросхемы серий K101КТ1, K124КТ1. Источник питания с последовательно соединенной нагрузкой подключается к выходной цепи. Сигналы управления подаются на два входа (выводы 2 и 5). Общий вывод — 7, вывод питания — 3.

K119КП1 — транзисторный ключ с управлением по входу 12. Нагрузка подключается к выходному выводу 8. Параметры управляющих сигналов указаны в таблице. Общий вывод 3 и 4 (объединить), вывод питания — 11.

Микросхемы серии K149КТ1 работают в режиме токового ключа по принципу резисторно-транзисторной логики. Четыре транзисторных ключа с биполярными транзисторами, управляемые по входам 1, 2, 3, 4, коммутируют устройства нагрузки, подключаемые к соответствующим выходам Q (выводы 2, 5, 10, 13). Общий вывод 14, отдельного напряжения питания подавать не нужно.

Приборы K162КТ1 — одноканальные коммутаторы на биполярных транзисторах. Источник питания с по-

следовательно соединенной нагрузкой подключается к выводам 1, 7. Входные выводы 10 и 12 являются управляющими.

Современные микросхемы на элементах КМОП.

Микросхема К108КТ1 реализована на полевых транзисторах. Их истоки объединены, а стоки свободны, образуя, таким образом, шесть каналов. Выходные сигналы снимаются со стоков этих транзисторов (выходы $Q1-Q6$).

Управляющими входами (выводы 1, 2, 3, 4, 5, 6) служат затворы соответствующих транзисторов. Микросхема представляет собой шестиканальный независимый по входной цепи ключ с общим питанием. Общий — 1, вывод питания — 8.

Микросхемы К547КП1 изготовлены по МОП технологии на полевых транзисторах. Реализовано четыре переключающих канала с одним входом управления и двумя выходами для подключения источника питания и нагрузки. Максимальный постоянный ток через нагрузку имеет ограничение в 20 мА.

Микросхемы серии К590КН — однотипны. Они изготовлены по МОП технологии и различаются по допустимому напряжению питания и функциональным задачам. $КН1$, $КН6$ — аналоговые ключи коммутирующие сигналы из восьми каналов (входы $D1-D8$) в одну линию Q (вывод 10). У этих микросхем имеются три управляющих цифровых входа, с помощью которых производится выборка каналов, и один вход разрешения коммутации P . Общий вывод 7. Выводы для подключения питания 8 (–15 В) и 16 (5 В).

К190КН2, КН5, КН10, КН13 используются аналогично. В них четыре входных канала ($D1-D4$) коммутируются на четыре выходных линии ($Q1-Q4$). Управление коммутации осуществляется с помощью сигналов, подаваемых на логические входы $L1-L4$. Питание микросхемы осуществляется так: +12 В — 8-й вывод, –12 В — 16-й вывод. Общий вывод — 7.

К190КН3 имеют две группы каналов на четыре входа каждая. Они могут коммутироваться, соответственно, к двум выходным линиям *Q1* и *Q2*. Управляют переключением логическими сигналами, подаваемыми на входы *L1* и *L2*, при условии, что на входе разрешения *P* присутствует высокий логический уровень. Общий вывод *15*. Напряжение питания подается, соответственно, на выводы *14* и *3*.

К190КН4 предназначены для коммутации аналоговых сигналов по четырем каналам. Двумя первыми каналами, из которых *1D1–1Q1* нормально разомкнут, а линия *1D2–1Q2* нормально замкнута, управляет логический сигнал *L1*. А второй группой каналов (*2D1–2Q1* нормально замкнут, *2D2–2Q2* нормально разомкнут) управляет логический сигнал, поступающий на вход *L2*. Управляющий цифровой сигнал меняет состояние проводимости каналов на противоположное. Общий вывод *13*, напряжение питания подается, соответственно, на выводы *11* и *14*.

Микросхемы 168КТ2А—168КТ2В предназначены для коммутации аналоговых сигналов и состоят из четырех независимых каналов. Управляющие выводы *2, 6, 9, 13* подключены к затворам МОП транзисторов. К независимым друг от друга цепям коммутации *1, 3, 5, 7, 8, 10, 12, 14* подключается источник питания и нагрузка. Управление осуществляется подачей импульсов отрицательной полярности на входы. Общей шины нет. Вывод для подключения питания — *11*.

Серия микросхем К190 прекрасно зарекомендовала себя в качестве многоканальных коммутаторов аналоговых сигналов. (Коммутация аналоговых сигналов в некоторых случаях позволяет коммутировать и цифровые импульсы МОП уровня.)

К190КТ1 имеет пять каналов, связанных между собой одной шиной, она же является общим выводом микросхемы (вывод *6*). К нему же подключены выводы стоков

всех транзисторов. Внешние нагрузки подключаются последовательно с источником питания к выходам соответствующих каналов (выводы 2, 4, 8, 10, 12). Управляющие выводы 1, 3, 7, 9, 11 внутри микросхемы подключены к затворам коммутирующих транзисторов. Это самая простая по функциональности микросхема — аналоговый ключ.

Четырехканальные коммутаторы К190КТ2 связаны стоковыми выводами полевых транзисторов попарно. Первый и второй канал имеют общий вывод — 6, третий и четвертый — 9 вывод. Внешняя нагрузка и источник питания последовательно подключены к выходам каналов (выводы 4, 7, 8, 10). Управляющие сигналы соответствующего канала подаются на выводы 3, 2, 1, 12.

Микросхема К561КТ3 — четырехканальный коммутатор. Эквивалентная схема ключа — однополюсная, рассчитанная только на замыкание электронного контакта. На управляющие входы следует подавать положительный сигнал амплитудой более 3 В (при $U_{\text{пит}} = 5 \text{ В}$). Эти коммутаторы можно применять в таких аналоговых узлах, как переключатели-мультиплексоры, схемы выборки сигнала, прерыватели-модуляторы для операционных усилителей, коммутационные ключи, модуляторы-демодуляторы. Можно применять коммутаторы для нестандартных схем ЦАП—АЦП, а также схем цифрового управления частотой, фазой, коэффициентом усиления сигнала. Удобно с помощью таких элементов делать «врезки» одних сигналов в другие. Проще, вероятно, перечислить узлы, в которых невозможно применять такие схемы — их можно счесть по пальцам.

Микросхемы К561КП1 и К561КП2 — демультиплексоры, содержащие восемь каналов коммутации цифровых или аналоговых сигналов. Микросхема К561КП2 имеет восемь входов и один выход. В микросхеме КП1 те же восемь каналов образуют четырехканальный дифференциальный коммутатор. Питание подается на

вывод 16, общий провод — вывод 8. Минус источника питания подключается также к выводу 7. Для восьмиканального варианта нужен трехразрядный код управления (А, В, С). Для четырех каналов достаточно два разряда управляющих сигналов — А и В. Если на входе разрешения Е высокий логический уровень — все каналы разомкнуты, микросхема заблокирована.

Сопrotивление включенного канала при $U_{\Pi} = 5$ В составляет 0,5...2 кОм. Время задержки распространения не превышает 30 нс. SG1 КП1 и КП2 можно подключать к одному источнику питания +15 В. Если это напряжение поделить на два $7,5$ В + $7,5$ В = 15 В и подключить среднюю точку к выводу 8, а вывод 7 подключить к общему проводу источника питания, можно транслировать и коммутировать аналоговые сигналы с дупольярным напряжением до $\pm 7,5$ В.

Приборы с оптоэлектронной развязкой. Переключатели серии К249ЛП1 изготавливаются с элементом оптоэлектронной развязки. Входные выводы 6 и 8 соединены со светодиодом, который загорается при установке на выводе 6 высокого логического уровня. Световой сигнал воспринимается фотодиодом и усиливается встроенным усилителем. При подключенной нагрузке на выводе 10 фиксируется низкий логический уровень. Когда на входе (вывод 6) присутствует уровень логического 0, на выходе прибора — высокий уровень. Общий провод — вывод 11, питание — вывод 4. Аналогично функционируют микросхемы 249ЛП3А–В. Отличие только в том, что выходом является вывод 2, и питание подключается иначе: общий провод 13, «+» питания — вывод 3.

К249КН1 позволяют коммутировать нагрузку, подключенную к выводам 7, 5 или 1, 3. Максимальное коммутируемое напряжение +30 В; источник питания включается последовательно с нагрузкой.

Выводы у К249КН1А, Г отличны от цоколевки версий К249КНБ, Д и В, Г.

Микросхемы серии 262КП1 выполняют функцию переключателей логических сигналов. Когда сигнал на входе (выводы 1 и 2) отсутствует, то на выходе (вывод 8) формируется низкий логический уровень. При подаче на вход импульсного сигнала состояние выхода меняется на противоположное. Аналогично работают переключатели из серии К293ЛП1, имеющие инверсный выход.

Для 262-й серии общий вывод 7, напряжение питания подается на вывод 3. Для 293-й серии — общий вывод — 7, питание — 14. Остальные выводы этих микросхем совпадают.

Оптоэлектронные реле К295КТ1 предназначены для коммутации нагрузки, подключаемой к выводам 13 и 11. Максимальный ток коммутируемых сигналов не должен превышать порог в 0,1 А. Включение реле происходит при подаче на входы 1, 3 электрического сигнала амплитудой не менее 4,5 В, а выключение — таким же сигналом, поданным на выходы 4, 6. Общий вывод 10, «+» питания — вывод 14.

Микросхема 415КТ1, 451КТ1Б — широко распространенное чувствительное реле постоянного тока, которое срабатывает при поступлении на управляющий вход (выводы 1, 4) сигнала импульсного тока 40 мА длительностью 10 мс или постоянного тока 15 мА. Нагрузка последовательно с источником питания подключается к выводам 2, 3.

Другого питания на реле не подается. Микросхема применяется в устройствах автоматического выключения приборов при перегрузках.

В табл. 24 представлены электрические параметры некоторых электронных ключей, коммутаторов и мультиплексоров.

В табл. 25. представлены микросхемы-аналоги по электрическим характеристикам. Коммутаторы, наборы транзисторных ключей, мультиплексоры цифровых и аналоговых сигналов.

Таблица 24

Электрические параметры некоторых электронных ключей, коммутаторов и мультиплексоров

Тип	Функция	Техно- логия	$U_{п.}$ В	$I_{пот.}$ мА	$I_{вх}$ «0», мкА	$I_{вх}$ «1», мкА	$U_{вых}$ «0», В	$U_{вых}$ «1», В
K101КТ1А	Прерыватели	—	6,3	—	0,04	—	0,01	6,3
K101КТ1Б	То же	—	6,3	—	0,04	—	0,03	6,3
K101КТ1В	То же	—	3	—	0,04	—	0,01	3
K101КТ1Г	То же	—	3	—	0,04	—	0,03	3
K108КТ1	Коммутатор на 6 каналов	МОП	—27	—	0,2	—	0	—10
K119КП1	Ключ	—	3	3	0	1000	0	3
K124КТ1А	Прерыватель	—	30	—	—	—	0,3	30
K124КТ1Б	То же	—	30	—	—	—	0,1	30
K149КТ1А	Токовый ключ	—	3	400*	—	—	0,8	1,9
K149КТ1Б	То же	—	5	400*	—	—	0,8	1,9
K149КТ1В	То же	—	12,6	400*	—	—	0,8	1,9
K547КП1А	Переключатели на 4 канала	МОП	35	500*	0,05	—	—	—
K547КП1Б	То же	МОП	30	500*	0,05	—	—	—
K547КП1В	То же	МОП	20	500*	0,05	—	—	—
K547КП1Г	То же	МОП	20	500*	0,05	—	—	—

K590KH1, KP590KH1	Коммутатор из восьми в один с управлением	МОП	−15 (5)	0,015*	$R_{\text{откр}} = 100 \text{ Ом}$			
K590KH2, KP590KH2	Четырехканальный аналоговый ключ	КМОП	12 (−12)	1*	$R_{\text{откр}} = 100 \text{ Ом}; I_{\text{ком}} = 10 \text{ мА}$			
K590KH3, KP590KH3	Восьмиканальный аналоговый коммутатор с дешифратором	КМОП	15 (−15)	17*	$R_{\text{откр}} = 300 \text{ Ом}$			
K590KH4, KP590KH4	Четырехканальный аналоговый ключ со схемой управления	КМОП	15 (−15)	3,5*	$R_{\text{откр}} = 75 \text{ Ом}$			
K590KH5, KP590KH5	То же	КМОП	15 (−15)	1*	$R_{\text{откр}} = 70 \text{ Ом}$			
K590KH6, KP590KH6	Коммутатор из восьми ка- налов в один с управлением	КМОП	15 (−15)	17*	$R_{\text{откр}} = 300 \text{ Ом}$			
K590KH10, KP590KH10	Четырехканальный анало- говый ключ с управлением	КМОП	12 (−12)	1*	$R_{\text{откр}} = 200 \text{ Ом}$			
K590KH13, KP590KH13	То же	КМОП	15 (−15)	1*	$R_{\text{откр}} = 50 \text{ Ом}$			
162КТ1А (Б)	Прерыватель	—	30	65*	—	2000	0,3	30
168КТ2А	Четырехканальный переключатель	МОП	30	100*	0,02	—	—	10
168КТ2Б	То же	МОП	30	100*	0,02	—	—	15
168КТ2В	То же	МОП	30	100*	0,02	—	—	25

Окончание табл. 24

Тип	Функция	Техно- логия	$U_{п.}$ В	$I_{пот.}$ мА	$I_{вх} «0»$, мкА	$I_{вх} «1»$, мкА	$U_{вых} «0»$, В	$U_{вых} «1»$, В
K190КТ1, K190КТ1П	Пятиканальный коммутатор**	МОП	20	—	—	0,03	—	6
K190КТ2, K190КТ2П	Четырехканальный коммутатор**	МОП	20	—	—	0,03	—	6
K249ЛП1А	Оптоэлектронный переключатель	—	5	—	0	5000	0,3	2,3
K249ЛП1Б	То же	—	5	—	0	8000	0,3	2,3
K249ЛП1В	То же	—	5	—	0	8000	0,3	2,3
249ЛП3А	То же	—	5	—	0	8000	0,4	2,4
249ЛП3Б	То же	—	5	—	0	10000	0,4	2,4
K249КН1А, K249КН1Г	Двухканальное оптоэлектронное реле	—	5	—	0	20000	0,2	30
K249КН1Б, K249КН1Д	Одноканальное оптоэлектронное реле	—	5	—	0	20000	0,2	30
K249КН1В, K249КН1Е	То же	—	5	—	0	20000	0,2	30
K249КП1А, K249КП1Б	Двухканальные оптоэлектронные реле	—	5	34*	0	10000	0,4	30

K262КП1А, K262КП1Б	Оптоэлектронные переключатели	—	5	8	0	10000	0,3	2,3
K293ЛП1А	То же	—	5	20	0	3000	0,4	2,4
K293ЛП1Б	То же	—	5	20	0	8000	0,4	2,4
K295КТ1А	Оптоэлектронные реле	—	12	—	—	—	2,5	4,6
K295КТ1Б	То же	—	27	—	—	—	2,5	4,6
K295КТ1В	То же	—	48	—	—	—	2,5	4,6
K295КТ1Г	То же	—	100	—	—	—	2,5	4,6
415КТ1А	То же	—	50	60*	0	15000	—	—
415КТ1Б	То же	—	100	—	—	—	—	—
K561КТ3	Четырехканальный коммутатор	МОП	5...15	—	—	$R_{\text{ВКЛ. КАНАЛА}} = 80 \text{ Ом}$		
K561КП1	Демультимплексоры восемь каналов в один	МОП	5...15****	—	—	—		
K561КП2	То же	МОП	5...15****	—	—	—		

Примечания.

* Дана мощность рассеяния $P_{\text{РАС}}$ (мВт); $I_{\text{ВХ(ВЫХ)}} \ll 0$ — входной (выходной) ток низкого уровня; $U_{\text{ВХ(ВЫХ)}} \ll 1$ — выходное напряжение высокого уровня.

** Коммутация аналоговых сигналов в некоторых случаях позволяет коммутировать и цифровые импульсы МОП уровня.

*** Выводы отличаются.

**** Смотри пояснение в тексте.

**Микросхемы-аналоги по электрическим характеристикам.
Коммутаторы, наборы транзисторных ключей, мультиплексоры цифровых и аналоговых сигналов**

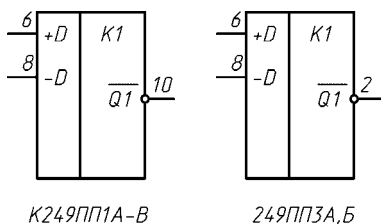
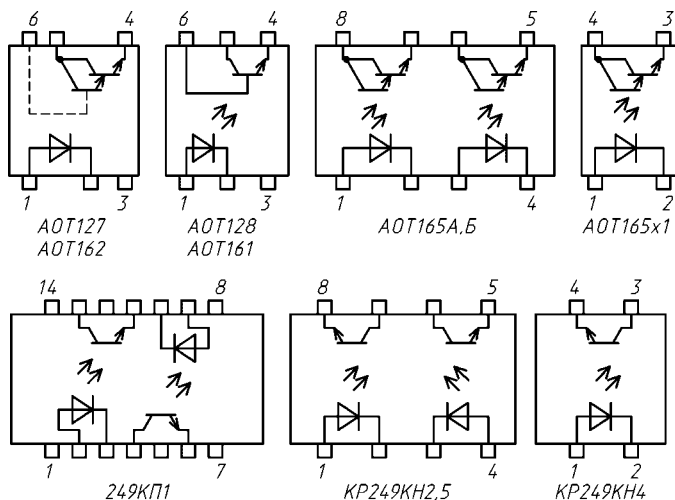
Отечественный	Импортный	Отечественный	Импортный	Отечественный	Импортный
КР590КН1* К590КН1*	3705	К590КН2 КБ590КН2-4 КР590КН2	Н11800	КР249КН4	РС810
К590КН14	4741ВДМ	К590КН5 КР590КН5 КБ590КН5-2 КБ590КН5-4 КН590КН5	Н1201	129НТ1 К129НТ1-1	СА2713
1531КП2	54F153FM	К590КН4 КР590КН4 КБ590КН4-4 КИ590КН4 КБ590КН4-2	Н1303	1116КП6 К1116КП6	САS241
1531КП15	54F251FM	К590КН13 КР590КН13 КН590КН13	Н1401	КР1051КН2	САS580
К590КТ1 КР590КТ1 КБ590КТ1-2	AD7519	К590КН7 КР590КН7 КН590КН7 КИ590КН7 КБ590КН7-4 КБ590КН7-2	Н15048	КИ590КН8	SD5000

KP198HT5	CA3045	K591KH3 KP591KH3	HI506-2	K590KH8	SD5200
198HT1	CA3086 UL1111	K591KH2	HI507	K1116КП1	SAS241S4
K164KT1 K176KT1	CD4016E	K590KH6 KP590KH6 KI590KH6 KB590KH6-4 KB590KH6-2	HI508A	KM1010KT1	SN75494N
K561КП2 KP564КП2B	CD4051A	K590KH19	HI508AL	KP1010KT1	SN75494P
1526КП2	CD4051AK	K590KH3 KP590KH3 KI590KH4 KH590KH3 KB590KH3-4	HI509A	K1109KH9	SN75506
KP1561КП2	CD4051BE	590KH19	HI509AL	K1109KH11	SN75516FT
K561КП1 ЭКФ561КП1	CD4052A	K590KH17	HI524	K1109KH10	SN75518
1526КП1	CD4052AK	K590KH9	IH5051	K101KT1(A-Г) K101KT101(A-Г)	SN75614
KP1561КП1	CD4052BE	K591KH1	IH5116	KP249KH8	TIL195
K561KT3 1526KT3 564KT3	CD4066A	KP249KH2	ILD506	K1116КП9	TL3020C

Отечественный	Импортный	Отечественный	Импортный	Отечественный	Импортный
K249KT1	МОС3021	KP249KH8	ILD620	KP249KH2	TLP504
K590KH21	MT8809	K1109KH1 KB1109KH1-4	MB491B	K1109KT4	UDN2957
KH590KH27 KФ590KH27	MT8816	KP1014KT2*	LS5120	K1109KH2	UDN6510A
KM1432KH1	MPC100	K1104KH1 KB1104KH1-2	MAR333R	K1116КП14	UGN3030
K143KT1 KP143KT1	DG110L	KP1554КП7 ЭКФ1554КП7	MC74AC151	K1116КП10	UGN3040
K543KH3	DG201	KP1554КП2 ЭКФ1554КП2	MC74AC153	K1116КП11	UGN3076
K590KH10 KP590KH10	DG202	KP1554КП16 КФ1554КП16 ЭКФ1554КП16	MC74AC157	K1116КП8	UGS3030T
K590KH12	DG221	KP1554КП18 КФ1554КП18 ЭКФ1554КП18	MC74AC158	K1109KT2 K1109KT25	ULN2001A
KИ590KH9	DG307	KP1554КП15	MC74AC251	K1109KT21	ULN2002A
K543KH2	DG506	KP1554КП12	MC74AC253	K1109KT22	ULN2003A

K590KH11	DG509	KP1554KP11	MC74AC257	K1109KT23	ULN2004A
K1109KT9	DI420	KP1554KP14	MC74AC258	K1109KT24	ULN2005A
K1109KH2	DI510	KP1594KP15	MC74ACT251	K1109KT10 K1109KT3	ULN2074B
K1109KH12	DI510-80	KP1594KP12	MC74ACT253	K1109KT6	ULN2800
K1109KH4	DI512	KP1594KP11	MC74ACT257	K1109KT61	ULN2801A
KP1564KP16	MM74HC157AN	KP1594KP14	MC74ACT258	K1109KT62	ULN2802A
KP1564KP18	MM74HC158N	KP1564KP7	MM74HC151	K1109KT63	ULN2003A
K1564KP13 KP1564KP13	MM74H298	KP1564KP2	MM74HC153	K1109KT64	ULN2004A
KP1014KT1	VN2410	KФ1053KP1	μPC1513G	K1109KT65	ULN2005A
K1116KP7	X79115AU	KH6500KT1	μPG707B	KP146KT1	μPA35C

* Корпус прибора другой. Цоколевка сохранена.



В табл. 26. Представлены аналоговые взаимозамены некоторых отечественных мультиплексоров, коммутаторов и электронных ключей.

Таблица 26

**Аналоговые взаимозамены
некоторых отечественных мультиплексоров,
коммутаторов и электронных ключей**

K1014КТ1	KP1064КТ1	K590КН4	KP1834КН4
K1100Е70	KP1182КП1	K590КН5	KP1834КН5
K1116КП11	K1173КП2	K590КН6	KP1834КН6
K590КН14	KB1834КН1-2.21, КН1834КН1	K590КН7	KP1834КН11
K590КН21	KC1834КН9	K590КН9	KP1834КН7
K590КН3	KP1834КН3	K591КН2	KP1834КН2

На рис. 1—3 представлены цоколевки выводов некоторых прерывателей, коммутаторов, переключателей, мультиплексоров и оптоэлектронных реле

21. Популярны́е оптроны и оптореле. Справочные данные

Оптроном называется такой оптоэлектронный прибор, в котором имеются источник и приемник излучения с тем или иным видом оптической связи между ними, конструктивно объединенные и помещенные в один корпус.

Когда свет (излучение) попадает на чувствительный слой фотоэлемента, то на его выходе изменяется сопротивление и, если выход оптрона подключен в электрическую цепь — в ней появляется электрический ток. Когда излучение отсутствует, сигнала на выходе нет. Между управляющей цепью (ток в которой мал, порядка нескольких мА), куда включен излучатель, и исполнительной, в которой работает фотоприемник, отсутствует

электрическая (гальваническая) связь, а управляющая информация передается посредством светового излучения.

Это свойство оптоэлектронной пары (а в некоторых видах оптронов присутствует по несколько не связанных друг с другом даже оптически оптопар, например АОРС113А) оказалось незаменимым в тех электронных узлах, где нужно максимально устранить влияние выходных электрических цепей на входные. У всех дискретных элементов (транзисторов, тиристоров, микросхем — коммутационных сборок или просто микросхем с выходом, позволяющим коммутировать нагрузку большой мощности) управляющие и исполнительные цепи электрически связаны друг с другом. Возникающая обратная связь неминуемо приводит к появлению дополнительных помех.

Конструктивно фотоприемник крепится, как правило, на дне корпуса, а излучатель — в верхней его части. Зазор между излучателем и фотоприемником заполнен специальным иммерсионным материалом — чаще всего эту роль выполняет полимерный оптический клей. Он выполняет роль линзы, фокусирующей излучение на чувствительный слой фотоприемника. Иммерсионный материал сверху покрыт специальной пленкой, отражающей световые лучи внутрь, чтобы препятствовать рассеянию излучения за пределы рабочей зоны фотоприемника.

Роль излучателей в оптронах, как правило, выполняют светодиоды на основе арсенид-галлия. Светочувствительные элементы в оптопарах могут представлять собой фотодиоды (АОД...), фототранзисторы (АОТ...), фототиристоры (АОУ...) и высокоинтегрированные схемы фотореле. В диодной оптопаре, например, в качестве фотоприемного элемента используется фотодиод на основе кремния, а излучателем служит инфракрасный излучающий диод. Максимум спектральной характеристики

излучения диода приходится на длину волны около 1 мкм. Диодные оптопары применяются в фотодиодном и фотогенераторном режимах.

Транзисторные оптроны (начальное обозначение АОТ...) имеют некоторые преимущества, относительно диодных.

Коллекторным током биполярного транзистора управляют как оптически (воздействуя на светодиод), так и электрически по базовой цепи (в данном случае работа фототранзистора при отсутствии излучения управляющего светодиода оптрона практически не отличается от работы обыкновенного кремниевого транзистора). У полевого транзистора управление осуществляется через цепь затвора.

Кроме того, фототранзистор может работать в ключевом и усилительных режимах, а фотодиод — только в ключевом. Оптоны с составными транзисторами (например, АОТ110Б), имеют наибольший коэффициент усиления (как и обычный узел на составном транзисторе), могут коммутировать напряжение и ток достаточно больших величин, и по данным параметрам уступают только тиристорным оптронам и оптоэлектронным реле типа КР293КП2—КР293КП4, которые приспособлены для коммутации высоковольтных и сильноточных цепей.

Сегодня в розничной продаже появились новые оптоэлектронные реле серии К449, К294. Серия К449 позволяет коммутировать напряжение до 400 В при коммутируемом токе до 150 мА. Такие микросхемы в 4-компактном корпусе DIP-4 приходят на смену маломощным электромагнитным реле и имеют по сравнению с реле массу преимуществ (бесшумность работы, надежность, долговечность, отсутствие механических контактов, широкий спектр применения и напряжения срабатывания). Кроме того, их доступная цена объясняется тем, что нет необходимости обрабатывать коммутирующие контакты драгметаллами (как в реле).

В резисторных оптронах (например, ОЭП-1, ОЭП-2,) излучателями являются электрические минилампы накаливания, помещенные также в один корпус.

Среди множества рабочих параметров оптронов, прежде всего, нужно представлять основные:

- статический коэффициент передачи тока k_1 , определяющий отношение тока на выходе оптрона к входному;
- граничная частота $f_{\text{ГР}}$, при которой коэффициент передачи тока падает до значения 0,7 от максимального значения;
- время включения $t_{\text{ВКЛ}}$ и выключения $t_{\text{ВЫКЛ}}$ фотоприемника (этот параметр также называют быстродействием) при его облучении;
- максимально допустимое напряжение между входом и выходом, при котором еще не происходит пробой изоляции, $U_{\text{ИЗmax}}$.

Маркировка оптронов. Первая буква указывает на материал излучателя: А — арсенид галлия. Вторая — О — обозначает подкласс оптронов. Третья определяет, к какой функциональной разновидности относится данный прибор: Р — резисторный, Д — диодный, У — тринисторный, Т — транзисторный. Бывает еще одна, четвертая буква (например, в обозначении АОРС113А она обозначает — совмещенный). Далее следуют три цифры, обозначающие номер разработки, и буква, указывающая на группу прибора.

Оптоэлектронные реле имеют свою маркировку.

Графическим обозначениям оптронов по ГОСТу присвоен условный код — латинская буква U, после которой следует порядковый номер прибора в схеме.

Принципиальное отличие оптронов как элементов связи заключается в использовании для переноса информации электрически нейтральных фотонов, что обуславливает ряд достоинств оптронов, которые присущи и всем остальным оптоэлектронным приборам в целом. У оптронов есть, разумеется, и свои недостатки.

Оптоэлектронные реле. Оптоэлектронные реле на основе МОП технологии прочно завоевали свое место под солнцем. Наиболее значимыми положительными сторонами этих современных приборов являются гальваническая развязка цепи управления и коммутационной цепи, бесшумность и долговечность работы, возможность коммутации устройств с потреблением тока более 100 мА и до 1 А в электрических цепях высоких напряжений, в том числе в цепях 220 В, с малым током управления (единицы мА). Малое сопротивление в открытом состоянии позволяет использовать оптоэлектронные реле для полноценной замены электромагнитных реле соответствующей мощности, а также применять оптоэлектронные реле в телекоммуникационной технике и в качестве аналоговых мультиплексоров-коммутаторов.

Мощность рассеяния (у разных приборов 0,4...1 Вт) и компактный корпус, выдерживающий напряжение пробоя 500...5000 В (у разных типов приборов), позволяет применять оптоэлектронные МОП реле в современных аналогово-цифровых устройствах и устройствах управления, работающих в круглосуточном режиме. Из подборки справочного материала, предложенной ниже в табл. 27–31, можно выделить оптоэлектронные реле, предназначенные для коммутации устройств в цепях как постоянного, так и переменного тока. Здесь отражена проверенная автором информация, позволяющая подобрать оптоэлектронное реле для эффективной работы в широком спектре задач и условий, осуществить подбор прибора для замены неисправного аналога.

В сопроводительных таблицах указаны входные и выходные выводы оптоэлектронных реле, для того, чтобы можно было производить подключение данных приборов, не обращаясь к другим специализированным справочникам. Приборы серий К294 и особенно серии К449 являются наиболее современными разработками электронной промышленности, ставшими доступными сегодня широкому кругу радиолюбителей.

Таблица 27

Оптоэлектронные МОП реле малой мощности
(выпускаются в пластмассовом корпусе, напряжение пробоя изоляции $U_{из} = 1500$ В)

Тип	Старое обозначение	Функция	Корпус	$U_{ком. макс},$ В*	$I_{ком. макс},$ мА**	$R_{отк},$ Ом***	Быстро- действи- е, мс	$I_{вх},$ мА	Схема включения
КР293КП1А КР293КП1Б КР293КП1В	5П14А 5П14Б 5П14В	Двунаправленное реле с одной парой контактов	DIP-6	60 230 400	250 100 80	5 25 40	2	5	2, 1 — вход 4, 5, 6 — выход
КР293КП2А КР293КП2Б КР293КП2В	5П14.1А 5П14.1Б 5П14.1В	Реле постоянного тока с одной парой контактов	DIP-6	60 230 400	320 150 120	2 10 20	1	5	2, 1 — вход 5, 6 — выход
КР293КП3А КР293КП3Б КР293КП3В	5П14.3А 5П14.3Б 5П14.3В	Двунаправленное реле с двумя парами контактов	DIP-8	60 230 400	220 80 60	5 25 40	2	5	2, 1 — вход 7, 8 — выход 3, 4 — вход 6, 5 — выход
КР293КП4А КР293КП4Б КР293КП4В	5П14.2А 5П14.2Б 5П14.2В	Реле постоянного тока с двумя парами контактов	DIP-8	60 230 400	320 150 120	2 10 20	1	5	То же

КР293КП5А КР293КП5Б КР293КП5В	5П14.5А 5П14.5Б 5П14.5В	Двухнаправленное реле с одной парой нормально замкнутых контактов	DIP-6	60 230 350	250 100 60	5 25 50	2	5	2, 1 — вход 4, 5, 6 — выход
КР293КП6А КР293КП6Б КР293КП6В	5П14.6А 5П14.6Б 5П14.6В	Реле постоянного тока с одной парой контактов	DIP-6	60 230 350	320 150 110	2 10 20	1	5	2, 1 — вход 5, 6 — выход
КР293КП7А КР293КП7Б КР293КП7В	5П14.7А 5П14.7Б 5П14.7В	Двухнаправленное реле с двумя парами нормально-замкну- тых контактов	DIP-8	60 230 350	220 80 60	5 25 50	2	5	Как КР293КП3
КР293КП8А КР293КП8Б КР293КП8В	5П14.8А 5П14.8Б 5П14.8В	Реле постоянного тока с двумя парами нормально-замкну- тых контактов	DIP-8	60 230 350	320 80 60	5 25 20	1	5	Как КР293КП4
КР293КП9А КР293КП9Б КР293КП9В	5П14.9А 5П14.9Б 5П14.9В	Двухнаправленное реле с переключаю- щими контактами	DIP-8	60 230 350	220 80 60	5 25 50	2	5	Как КР293КП3
КР293КП10А КР293КП10Б КР293КП10В	5П14.10А 5П14.10Б 5П14.10В	Реле постоянного тока с переключаю- щими контактами	DIP-8	60 230 350	320 110 80	5 10 20	1	5	Как КР293КП4
5П14.32Б	Тот же	Двухнаправленное реле и датчик вызыв- ного сигнала в одном корпусе	DIP-8	230	100	25	2	5	2, 1 — вход 7, 8 — выход 5, 6 — вход 3, 4 — выход

Окончание табл. 27

Тип	Старое обозначение	Функция	Корпус	$U_{\text{ком, max}}, \text{В}^*$	$I_{\text{ком, max}}, \text{мА}^{**}$	$R_{\text{отк}}, \text{Ом}^{***}$	Быстродействие, мс	$I_{\text{вх}}, \text{мА}$	Схема включения
5П103В	Новая модель	Одноканальный оптоэлектронный коммутатор	SOP-4	350	120	—	0,5	5	4, 2 — вход 4, 3 — выход
КР449КП1ВР	Новая модель	Одноканальный оптоэлектронный коммутатор, нормально разомкнутые контакты	DIP-4	350	130	—	0,5	2,5	5, 2 — вход 4, 3 — выход
КР449КП2ВР	Новая модель	Одноканальный оптоэлектронный коммутатор, нормально замкнутые контакты	DIP-4	350	90	—	0,5	2,5	1, 2 — вход 4, 3 — выход

Таблица 28

Оптоэлектронные МОП реле средней мощности
(выпускаются в пластмассовом корпусе, напряжение пробоя изоляции $U_{из} = 1500 \text{ В}$)

Тип	Старое обозначение	Функция	Корпус	$U_{ком.мах}, \text{ В}^*$	$I_{ком.мах}, \text{ мА}^{**}$	$R_{отк}, \text{ Ом}^{***}$	Быстродействие, мс	$I_{вх}, \text{ мА}$	Схема включения
КР293КП11АП КР293КП11БП	5П19А1 5П19Б1	Двухнаправленное реле с одной парой контактов	SIP-12	60 400	2000 700	1 5	20/5	10	11, 10 — вход 2, 4, 6 — выход
КР293КП12АП КР293КП12БП	5П20А1 5П20Б1	Реле постоянного тока	SIP-12	60 400	2000 700	0,5 2,5	20/5	10	11, 10 — вход 6, 4 — выход

Таблица 29

**Оптоэлектронные реле переменного тока
(выпускаются в пластмассовом корпусе)**

Тип	Старое обозначение	Функция	Корпус	$U_{\text{КОМ. max}}, \text{В}^*$	$I_{\text{КОМ. max}}, \text{мА}^{**}$	$U_{\text{ВЫХ. ОСТ}}, \text{В}^{****}$	$V, \text{В/мкс}^{*****}$	$I_{\text{ВХ}}, \text{мА}$	Схема включения
АОУ163	5П50	Оптопара с симисторным выходом, включение в произвольный момент времени	DIP-8	400	100	2	50	10	2, 1 — вход 4, 6 — выход симистора
5П51	Тот же	Оптопара с симисторным выходом, включение при переходе фазы через ноль	DIP-8	400	100	3	1000	10	То же
КР293КП13П	5П19Т1	Оптопара с симисторным выходом, включение при переходе фазы через ноль	SIP-12	400	1000	3	1000	10	11, 10 — вход 2, 6 — выход симисторов

Таблица 30

Оптоэлектронные реле серии K294
(высоконадежные оптоэлектронные коммутаторы
выпускаются в герметичном металлостеклянном корпусе)

Тип	Функция	Выходное сопротивление в откр. сост., Ом/средний коммутируемый ток, А, при коммутируемом напряжении, В			Схема
		60	250	400	
K294КП7АП K294КП2АП K294КП7БП K294КП2БП K294КП7ВП K294КП2ВП	Одноканальное реле постоянного и переменного тока	0,2/2,9 0,4/1,9	1,6/1,0 3,2/0,65	4,0/0,6 8,0/0,44	1, 2 — вход 4, 3 — выход
K294КП5АП K294КП1АП K294КП5БП K294КП1БП K294КП5ВП K294КП1ВП	Одноканальное реле постоянного тока	0,1/3,7 0,2/2,3	0,8/1,3 1,6/0,77	2,0/0,85 4,0/0,55	То же
K294КП4АП K294КП4БП K294КП4ВП	Двухканальное реле постоянного и переменного тока	0,4/1,5	3,2/0,51	8,0/0,34	3, 1 — вход 12, 14 — выход 7, 5 — вход 8, 1 — выход
K294КП6АП K294КП3АП K294КП6БП K294КП3БП K294КП6ВП K294КП3ВП	Двухканальное реле постоянного тока	0,1/2,9 0,2/1,9	0,8/1,0 1,6/0,65	2,0/0,65 4,0/0,44	2, 1 — вход 12, 14 — выход 7, 6 — вход 10, 8 — выход

Примечания:

* $U_{\text{КОМ, max}}$ — предельное напряжение коммутации** $I_{\text{КОМ, max}}$ — предельный ток коммутации*** $R_{\text{ОТК}}$ — сопротивление коммутирующих контактов в открытом состоянии.**** $U_{\text{ВЫХ, ОСТ}}$ — выходное остаточное напряжение***** V — скорость нарастания выходного напряжения в закрытом состоянии

В табл. 31. представлена информация по популярным зарубежным аналоговым оптопарам.

Таблица 31

Аналоговые зарубежные оптопары

Наименование	$U_{\text{пробоя}}, \text{В}$	$U_{\text{max}}, \text{В}$	$I_{\text{с/а}}, \text{мА}$	$I, \text{мА}$	Задержка вкл., мс	Задержка выкл., мс
TIL112	1500	20	2	50	2	2
TIL111	1500	30	2	16	5	5
4N28	500	30	2	50	5	10
4N27	1500	30	2	50	5	10
4N38A	2820	80	4	20	5	5
4N26	1500	30	2	50	5	10
4N25	2500	30	2	50	5	10
CNY71	5300	32	1	10	11	7
CNX62A	5300	50	4	10	3	3
CNX82A	5300	50	4	10	3	3
CNX83A	5300	50	4	10	3	3
IL10	8000	30	—	—	—	—
PC111	5000	35	—	5	4	4
TLP621-1	5000	55	2,4	8	3	3
PC816	5000	70	—	5	4	4
CNY65	11600	32	1	10	5	3
CNY21	10000	32	1	10	5	3
CQY80	4000	30	0,5	10	2	2
CNY17-2	5300	70	2,5	10	5	5
CNY18-5	500	32	1	10	<4,6	<4
CNY17-3	5300	70	2,5	10	5	5
CNY17F-3	5300	70	2,5	10	<5,6	<4,1
MB134C	5300	70	2,5	10	15	11,5
4N37	1500	30	0,5	10	7	5
4N29	2500	30	2	8	5	40

Окончание табл. 31

Наименование	$U_{\text{пробоя}}, \text{В}$	$U_{\text{max}}, \text{В}$	$I_{\text{с/а}}, \text{мА}$	$I, \text{мА}$	Задержка вкл., мс	Задержка выкл., мс
4N36	1500	30	0,5	10	7	5
4N35	3500	30	0,5	10	7	5
CNY17-4	5300	70	2,5	10	5	5
CNY75C	5300	90	1	10	7	5
4N45	3000	<7	2,5	1	1500	60
TIL113	1500	30	125	50	300	300
TIL127	5000	30	125	50	300	300
4N46	3000	5	1,75	0,5	1500	80
4N32	7500	50	2	8	5	100
4N33	7500	50	2	8	5	100
ILD74	7500	20	2	16	6	25
CNY74-4	2500	70	1	10	6	5
6N135	2500	15	—	16	0,4	0,3
6N136	2500	15	—	16	0,3	0,3
6N138	6000	7	—	1,6	4	1
6N139	6000	18	—	1,6	4	4
6N137	3000	7	—	5	0,045	0,045
TCDT1101G	5300	32	1	10	11	7
TLP3061	5000	600	—	15	—	—
K3020P	5300	250	—	8	—	—
МОС3010	7500	250	—	15	—	—
МОС3030	7500	250	—	30	—	—
МОС3021	7500	400	—	15	—	—
МОС3020	7500	400	—	30	—	—
МОС3043	7500	400	—	5	—	—
МОС3042	7500	400	—	10	—	—
МОС3041	7500	400	—	15	—	—
МОС3040	7500	400	—	30	—	—

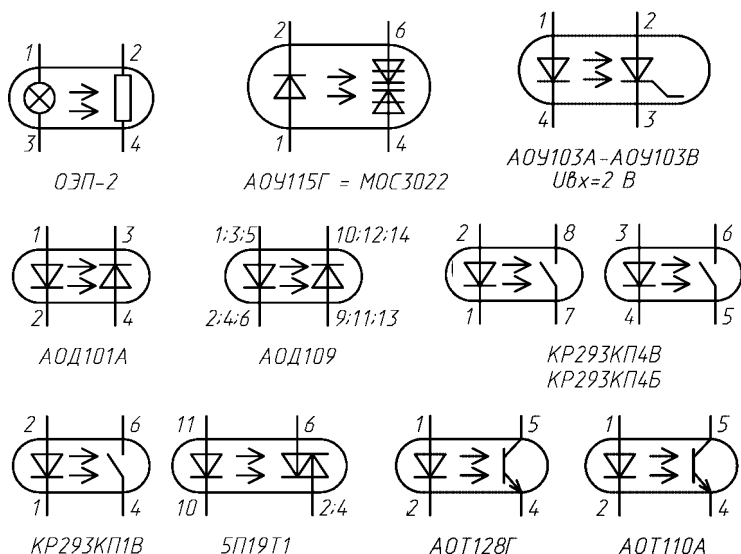


Рис. 4. Различные виды оптронов

На рис. 4 представлены различные виды оптронов, рассмотренные выше в параграфе 21.

22. Популярныe светодиоды.

Справочные данные и электрические характеристики

Светодиоды различного предназначения прочно вошли в жизнь людей и уже стали незаменимы. Эти радиоэлектронные элементы применяют в качестве различных индикаторов. В последнее время прогресс технологии производства в этой области дошел до того, что светодиоды (ультра яркие, сверхъяркие) стали заменять лампы накаливания в портативных фонарях (и в других местах, где требуется локальная подсветка), соединять в кластеры и матрицы, заменять лампы накаливания в автомобилях. Примером тому служат светодиодные

лампы для указателей поворотов и подсветки номерного знака «железного коня», которые уже есть и доступны по цене. На выбор в магазине вам предложат несколько вариантов цветов. Наряду с невысокой стоимостью (чуть выше, чем лампа накаливания), светодиоды повышенной яркости постепенно вытесняют лампы из всех привычных нам областей электротехники.

Полноцветные светодиоды (мультикolor), появившиеся всего несколько лет назад в розничной продаже явились прототипом жидкокристаллических мониторов и плазменных панелей современных телевизоров.

Активно применяются в качестве индикаторов мигающие светодиоды и светодиоды с ультрафиолетовым спектром свечения. Для того чтобы разбираться в многообразии современных светодиодов, знать их электрические характеристики и грамотно заменять светодиоды, представлять различия между отечественными и зарубежными светодиодами, автор поместил справочный материал по наиболее популярным светодиодам в несколько таблиц, следующих ниже. Рассмотрим по порядку наиболее популярные типы светодиодов.

Сверхъяркие светодиоды отечественного производства. Наиболее популярные сверхъяркие светодиоды рассмотрены в табл. 32.

Благодаря современной технологии и уникальной конструкции, светодиоды, приведенные в табл. 32 имеют возможность работать в температурной диапозоне $-65...+85\text{ }^{\circ}\text{C}$ при том, что их зарубежные аналоги по электрическим характеристикам выдерживают лишь температурный диапазон $-30...+60\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Мигающие светодиоды. Мигающие светодиоды занимают важную нишу в радиоэлектронике и их предназначение весьма широко. Кроме использования мигающих светодиодов в качестве привлекающих визуальное внимание индикаторов (мигающие свечение намного лучше привлекает внимание, чем однообразное монохромное), их можно с успехом применять в качестве

Сверхъяркие светодиоды отечественного производства

Наименование	Цвет излучения	$U_{\text{пр пад}}, \text{ В}^*$	Длина волны, нм	$I_{\text{пр}}, \text{ мА}^{**}$	Сила света, мкд		Угол излучения, град	Технология
					min	typ		
СДК-К624-7-20	Красный	2,1	624	40	6500	7500	20	AlGaAs
СДК-К624-2-60	Красный	2,1	624	40	2000	2500	60	AlGaAs
СДК-Ж589-6-20	Желтый	2,1	589	40	5000	6500	20	AllnGaP
СДК-Ж589-2-60	Желтый	2,1	589	40	1000	2000	60	AllnGaP
СДК-Л522-12-10	Зеленый	4,1	522	40	10000	12000	10	InGaN
СДК-Л522-8-20	Зеленый	4,1	522	40	7000	8000	20	InGaN
СДК-Л522-2-60	Зеленый	4,1	522	40	2000	2500	60	InGaN
СДК-Л507-4-20	Сине-зеленый	4	507	40	3000	4000	20	InGaN
СДК-Л507-1-60	Сине-зеленый	4	507	40	700	1000	60	InGaN
СДК-С469-5-10	Синий	3,9	469	40	4000	5000	10	InGaN
СДК-С469-3-20	Синий	3,9	469	40	2000	3000	20	InGaN
СДК-С469-1-45	Синий	3,9	469	40	700	1000	60	InGaN
СДК-Б469-2-20	Белый	3,9	469	40	1500	2000***	20	InGaN

Примечания:

* Прямое падение напряжения.

** Прямой ток.

*** Для светодиода белого цвета свечения указано значение величины светового потока в мЛм.

весьма стабильных источников для различного рода генераторов импульсов, параметрических сигнализаторов или сигнализаторов прерывистого звучания. Так, если до появления доступных мигающих светодиодов, для прерывания генератора ЗЧ требовалось вводить в схему RC цепочку, то теперь достаточно подключения одного мигающего светодиода, который сам по себе является электронным узлом генератора с прерыванием. Внешний вид мигающих светодиодов — обычный, их выпускают с диаметром 2,9 (3) мм и 5 мм.

Основные отличительные качества, выделяющие мигающий светодиод — это стабильность частоты мигания. Ее изменение при уменьшении тока через светодиод (возможность незначительной регулировки) и широкий угол обзора. В обозначении мигающие светодиоды имеют латинскую букву «F». Наиболее популярные типы мигающих светодиодов представлены в табл. 33.

Таблица 33

**Популярные мигающие светодиоды.
Электрические характеристики**

Наименование	Цвет	Длина волны, нм	Частота мигания, Гц	Яркость типовая, мкд, при токе 20 мА	Угол обзора, град
L-297ED-F	Красный	635	2,4	20	120
L-297GD-F	Зеленый	565	2,4	12,5	120
L-517HD-F	Красный	700	2,4	7,5	120
L-517ED-F	Красный	635	2,4	20	120
L-517GD-F	Зеленый	565	2,4	15	120
L-517YD-F	Желтый	585	2,4	20	120

Полноцветные светодиоды. Полноцветные светодиоды приобретают среди радиолюбителей всеобщую популярность.

Например, компания *PARA Light Electronics* с 2005 г. начала выпускать новые типы светодиодов EP-LED.

Это оригинальные изделия, трехкристальные трехцветные светодиоды с прямым током каждого из переходов до 150 мА (для типов EP204K-150G1R1B1-XX и EP201C-150G1R1B1-CA). Суммарная сила света трех диодов составляет до 17,5 кандел (кд), при этом угол свечения равен 60°.

При силе света 14 кд обеспечивается угол более 100°.

Рассеиваемая мощность при максимальном токе составляет 1,6 Вт, поэтому данные диоды требуют принятия мер по отводу тепла, например, использование радиатора.

Наиболее популярные типы полноцветных светодиодов представлены в табл. 34.

Таблица 34

**Популярные полноцветные светодиоды
зарубежного производства**

Наименование	Цвет	Длина волны, нм	Яркость типовая, мкд, при токе 20 мА	Угол обзора, град
L-359hgw	Красный/Зеленый	700/565	5/8	60
L-359eyw	Красный/Желтый	635/585	12/8	60
L-359gyw	Зеленый/Желтый	565/585	8/8	60
L-419hgw	Красный/Зеленый	700/565	5/8	120
L-419egw	Красный/Зеленый	635/565	12/8	120
L-419eyw	Красный/Желтый	635/585	12/8	120
L-419gyw	Зеленый/Желтый	565/585	12/8	120
L-519egw	Красный/Зеленый	635/565	20/15	60
L-819egw	Красный/Зеленый	635/585	20/15	60
L-819gyw	Зеленый/Желтый	565/585	15/15	60
L-819srsgw	Красный/Зеленый	660/565	150/15	60
L-819lesgw	Красный/Зеленый	660/565	320/210	60
L-839egw	Красный/Зеленый	635/565	20/15	60
L-839eyw	Красный/Желтый	635/585	20/15	60
L-839gyw	Зеленый/Желтый	565/585	15/15	60
L-839srsgw	Красный/Зеленый	660/565	150/50	60

Один из конкурентноспособных (относительно зарубежных аналогов) полноцветный светодиод отечественного производства СДК-Ц-2-60 имеет прямой ток 40 мА, силу света 2000 мкд (2 кд), угол излучения — 60°.

Кроме того, популярныe полноцветные светодиоды представлены в табл. 35.

Таблица 35

Другие полноцветные зарубежные светодиоды

Наименование	Длина волны, нм	Сила света, кд	$I_{\text{пр}}$, мА	$U_{\text{пр}}$, В	Угол обзора, град.
NSTM-515S мультиколер	470 525 640	R3,5 G3,5 B3,5	50	5	80
LF-59-EBGBW мультиколер	565 625 470	R3,5 G2,2 B1,8	20	3	40

Популярныe одноцветные светодиоды. Наряду с отечественными производителями светодиодов в продаже уже давно появились светодиоды зарубежного производства, как ни странно имеющие наименьшую стоимость по сравнению с отечественными светодиодами. Популярныe отечественные светодиоды представлены в табл. 36 и 37. Зарубежные светодиоды на примере производства фирмы *Kingbright* сведены в табл. 38. Туда же помещены актуальныe справочныe данные по двухцветным светодиодам той же фирмы.

Таблица 36

Популярныe отечественные светодиоды.
Электрические характеристики

Тип прибора	Цвет свечения	Значения параметров при $T = 25^\circ\text{C}$				$I_{\text{пр. макс}}$, мА	$U_{\text{обр}} (U_{\text{обр.и}})$, В	$T_{\text{k макс}} (T_{\text{п}})$, °C
		I_{v} , мккд (L , кд/м ²)	$U_{\text{пр}}$, В	$I_{\text{пр. ном}}$, мА	$I_{\text{макс}}$, мкМ			
КЛ101А	Желтый	(10)	5,5	10	0,64	10	—	70
КЛ101Б	Желтый	(15)	5,5	20	0,64	20	—	70

Продолжение табл. 36

Тип прибора	Цвет свечения	Значения параметров при $T = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$				$I_{\text{пр. max}}$, мА	$U_{\text{обр.}} (U_{\text{обр.}})$, В	$T_{\text{к max}} (T_{\text{п}})$, $^{\circ}\text{C}$
		I_{v} , мкКд (L , кд/м ²)	$U_{\text{пр.}}$, В	$I_{\text{пр. ном.}}$, мА	I_{max} , мкМ			
КЛ101В	Желтый	(20)	5,5	40	0,64	40	—	70
2Л101А	Желтый	(10)	5	10	0,64	10	—	70
2Л101Б	Желтый	(15)	5	20	0,64	20	—	70
АЛ102А	Красный	40	2,8	5	0,69	10	(2,0)	70
АЛ102АМ	Красный	40	—	—	0,69	20	2,0	70
АЛ102Б	Красный	100	2,8	10	0,69	20	(2,0)	70
АЛ102БМ	Красный	100	—	—	0,69	20	2,0	70
АЛ102В	Зеленый	200	2,8	20	0,53	22	(2,0)	70
АЛ102ВМ	Зеленый	200	—	—	0,56	22	2,0	70
АЛ102Г	Красный	250	2,8	10	0,69	20	(2,0)	70
АЛ102ГМ	Красный	250	—	—	0,69	20	2,0	70
АЛ102Д	Зеленый	400	2,8	20	0,53	22	(2,0)	70
АЛ102ДМ	Зеленый	400	—	—	0,56	22	2,0	70
ЗЛ102А	Красный	20	3	5	0,69	20	(2,0)	70
ЗЛ102Б	Красный	100	3	10	0,69	20	(2,0)	70
ЗЛ102В	Зеленый	250	2,8	20	0,53	22	(2,0)	70
ЗЛ102Г	Красный	60	3	10	0,69	20	(2,0)	70
ЗЛ102Д	Красный	200	3	10	0,69	20	(2,0)	70
АЛ112А	Красный	(1000)	2	10	0,68	12	—	70
АЛ112Б	Красный	(600)	2	10	0,68	12	—	70
АЛ112В	Красный	(250)	2	10	0,68	12	—	70
АЛ112Г	Красный	(350)	2	10	0,68	12	—	70
АЛ112Д	Красный	(150)	2	10	0,68	12	—	70
АЛ112Е	Красный	(1000)	2	10	0,68	12	—	70
АЛ112Ж	Красный	(600)	2	10	0,68	12	—	70
АЛ112И	Красный	(250)	2	10	0,68	12	—	70
АЛ112К	Красный	(1000)	2	10	0,68	12	—	70

Продолжение табл. 36

Тип прибора	Цвет свечения	Значения параметров при $T = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$				$I_{\text{пр.мах}}$, мА	$U_{\text{обр}}$ ($U_{\text{обр1}}$), В	$T_{\text{kмах}}$ ($T_{\text{п}}$), $^{\circ}\text{C}$
		I_v , мккд (L , кд/м ²)	$U_{\text{пр}}$, В	$I_{\text{пр.ном}}$, мА	$I_{\text{мах}}$, мкМ			
АЛ112Л	Красный	(600)	2	10	0,68	12	—	70
АЛ112М	Красный	(250)	2	10	0,68	12	—	70
АЛ301А-1	Красный	25	2,8	5	0,7	11	—	70
АЛ301Б-1	Красный	100	2,8	10	0,7	11	—	70
АЛ307А	Красный	150	2	10	0,666	20	2,0	70
АЛ307АМ	Красный	150	2	10	0,666	20	2,0	70
АЛ307Б	Красный	900	2	10	0,666	20	2,0	70
АЛ307БМ	Красный	900	2	10	0,666	20	2,0	70
АЛ307В	Зеленый	400	2,8	20	0,566	22	2,0	70
АЛ307ВМ	Зеленый	400	2,8	20	0,566	22	2,0	70
АЛ307Г	Зеленый	1500	2,8	20	0,566	22	2,0	70
АЛ307ГМ	Зеленый	1500	2,8	20	0,566	22	2,0	70
АЛ307Д	Желтый	400	2,8	10	0,56; 0,7	22	2,0	70
АЛ307ДМ	Желтый	400	2,5	10		22	2,0	70
АЛ307Е	Желтый	1500	2,8	10		22	2,0	70
АЛ307ЕМ	Желтый	1500	2,5	10		22	2,0	70
АЛ307ЖМ	Желтый	3500	2,5	10		22	2,0	70
АЛ307И	Оранжев.	400	2,8	10	0,56	22	2,0	70
АЛ307КМ	Красный	2000	2	10	—	20	2,0	70
АЛ307Л	Оранжев.	1500	2,8	10	0,56	22	2,0	70
АЛ307НМ	Зеленый	6000	2,8	20	—	22	2,0	70
АЛ310А	Красный	610	2	10	0,67	12	—	70
АЛ310Б	Красный	250	2	10	0,67	12	—	70
АЛ316А	Красный	800	2	10	0,67	20	—	70
АЛ316Б	Красный	250	2	10	0,67	20	—	70
АЛС331А	Перемен.	600	4	20	0,56... 0,7	20	2	70
ЗЛС331А	Перемен.	250	3	10	—	20	2	70

Продолжение табл. 36

Тип прибора	Цвет свечения	Значения параметров при $T = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$				$I_{\text{пр. max}}$, мА	$U_{\text{обр.}} (U_{\text{обр.}})$, В	$T_{\text{к max}} (T_{\text{п}})$, $^{\circ}\text{C}$
		$I_{\text{в}}$, мкКД (L , кД/м ²)	$U_{\text{пр.}}$, В	$I_{\text{пр. ном.}}$, мА	$I_{\text{т max}}$, мкМ			
АЛ341А	Красный	150	2,8	10	0,69...	20	2,0	70
АЛ341Б	Красный	500	2,8	10	0,71	20	2,0	70
АЛ341В	Зеленый	150	2,8	10	0,55...	22	2,0	70
АЛ341Г	Зеленый	500	2,8	10	0,56	22	2,0	70
АЛ341Д	Желтый	150	2,8	10	0,55;	22	2,0	70
АЛ341Е	Желтый	500	2,8	10	0,7	22	2,0	70
АЛ341И	Красный	300	2	10	—	30	2,0	70
АЛ341К	Красный	700	2	10	—	30	2,0	70
КЛ360А	Зеленый	300	1,7	10	—	20	—	85
КЛ360Б	Зеленый	600	1,7	10	—	20	—	85
ЗЛ360А	Зеленый	300	1,7	10	—	20	—	85
ЗЛ360Б	Зеленый	600	1,7	10	—	20	—	85
КЛД901А	Синий	150	12	3	0,466	6	—	70
КИПД01А-1Л	Зеленый	800	7	10	0,55...	12	8,0	70
КИПД01Б-1Л	Зеленый	600	7	10	0,56	12	8,0	70
КИПД02А-1К	Красный	400	1,8	5	0,7	20	3,0	70
КИПД02Б-1К	Красный	900	1,8	5	0,7	20	3,0	70
КИПД02В-1Л	Зеленый	250	2,5	5	0,55	20	3,0	70
КИПД02Г-1Л	Зеленый	500	2,5	5	0,55	20	3,0	70
КИПД02Д-1Ж	Желтый	250	2,5	5	0,63	20	3,0	70
КИПД02Е-1Ж	Желтый	650	2,5	5	0,63	20	3,0	70
КИПД03А-1К	Красный	60	2	5	0,65	8,0	5,0	70
КИПД03А-1Ж	Желтый	30	2,5	5	0,6	8,0	5,0	70
КИПД03А-1Л	Зеленый	32	3	5	0,57	8,0	5,0	70
КИПД04А-1К	Красный	15000	2	10	0,7	30	2,0	70
КИПД04Б-1К	Красный	10000	2	10	0,7	30	2,0	70
КИПД05А-1К	Красный	200	1,8	5	0,7	6,0	6,0	70

Окончание табл. 36

Тип прибора	Цвет свечения	Значения параметров при $T = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$				$I_{\text{пр.мах}}$, мА	$U_{\text{обр}}$ ($U_{\text{обр.н}}$), В	T_{kmax} ($T_{\text{п}}$), $^{\circ}\text{C}$
		I_v , мккд (L , кд/м ²)	$U_{\text{пр}}$, В	$I_{\text{пр.ном}}$, мА	$I_{\text{мах}}$, мкМ			
КИПД05Б-1Л	Зеленый	100	2,5	5	0,55	6,0	6,0	70
КИПД05В-1Ж	Желтый	100	2,5	5	0,63	6,0	6,0	70
КИПД06А-1К	Красный	4000	5,5	25	0,7	25	10,0	55
КИПД06Б-1К	Красный	6000	5,5	25	0,7	25	10,0	55
КИПД06В-1Л	Зеленый	3000	7,5	25	—	25	10,0	55
КИПД06Г-1Л	Зеленый	5000	7,5	25	—	25	10,0	55
КИПМ01А-1К	Красный	400	2	10	0,65...	30	5,0	70
КИПМ01Б-1К	Красный	1000	2	10	0,675	30	5,0	70
КИПМ01В-1Л	Жел./Зел.	400	2,8	20	0,55... 0,57	30	5,0	70
КИПМ01Г-1Л	Жел./Зел.	1000	2,8	20		30	5,0	70
КИПМ01Д-1Л	Жел./Зел.	2000	2,8	20		30	5,0	70
КИПМ02А-1К	Красный	400	2	10	0,65...	30	5,0	70
КИПМ02Б-1К	Красный	1000	2	10	0,675	30	5,0	70
КИПМ02В-1Л	Жел./Зел.	400	2,8	20	0,55... 0,57	30	5,0	70
КИПМ02Г-1Л	Жел./Зел.	1000	2,8	20		30	5,0	70
КИПМ02Д-1Л	Жел./Зел.	2000	2,8	20		30	5,0	70
КИПМ03А-1К	Красный	400	2	10	0,65...	30	5,0	70
КИПМ03Б-1К	Красный	1000	2	10	0,675	30	5,0	70
КИПМ03В-1Л	Жел./Зел.	400	2,8	20	0,55... 0,57	30	5,0	70
КИПМ03Г-1Л	Жел./Зел.	1000	2,8	20		30	5,0	70
КИПМ03Д-1Л	Жел./Зел.	2000	2,8	20		30	5,0	70
КИПМ04А-1К	Красный	400	2	10	0,65...	30	5,0	70
КИПМ04Б-1К	Красный	1000	2	10	0,675	30	5,0	70
КИПМ04В-1Л	Жел./Зел.	400	2,8	20	0,55... 0,57	30	5,0	70
КИПМ04Г-1Л	Жел./Зел.	1000	2,8	20		30	5,0	70
КИПМ04Д-1Л	Жел./Зел.	2000	2,8	20		30	5,0	70

Таблица 37

Популярные отечественные светодиоды.**Электрические характеристики
(продолжение, начало в табл. 36)**

Тип прибора	Значения параметров при $T = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$						$I_{\text{ПР max}}$, мА	$U_{\text{ОБР max}}$, В	$T_{\text{к max}}$ ($T_{\text{п}}$), $^{\circ}\text{C}$
	$P_{\text{ИЗЛ}}$, мВт	$U_{\text{ПР}}$, В	$I_{\text{ПР.НОМ}}$, мА	$T_{\text{НАРИЗЛ}}$, $^{\circ}\text{C}$	$T_{\text{СП.ИЗЛ}}$, $^{\circ}\text{C}$	L_{max} , мкМ			
АЛ103А	1	1,6	50	300	500	0,95	52	2	85
АЛ103Б	0,6	1,6	50	300	800	0,95	50	2	85
ЗЛ103А	1	1,6	50	300	800	0,95	50	2	85
ЗЛ103Б	0,6	1,6	50	300	800	0,95	50	2	85
АЛ106А	0,2	1,7	100	10	20	0,92... 0,935	120	—	85
АЛ106Б	0,4	1,7	100	10	20	0,92... 0,935	120	—	85
АЛ106В	0,6	1,7	100	10	20	0,92... 0,935	120	—	85
АЛ106Г	1	1,7	100	10	20	0,92... 0,935	120	—	85
АЛ106Д	1,5	1,7	100	10	20	0,92... 0,935	120	—	85
АЛ107А	6	2	100	—	—	0,9... 1,2	100	6	85
АЛ107Б	10	2	100	—	—	0,9... 1,2	100	6	85
ЗЛ107А	6	2	100	—	—	0,9... 1,2	100	6	85
ЗЛ107Б	10	2	100	—	—	0,9... 1,2	100	6	85
АЛ108А	1,5	1,35	100	2400	2000	0,94	110	2	85
АЛ108АМ	2	1,6	100	2400	2000	0,94	110	2	85
ЗЛ108А	1,5	1,35	100	2400	2000	0,94	110	2	85
ЗЛ108АМ	2	1,6	100	2400	2000	0,94	110	2	85
АЛ109А	0,2	1,2	20	—	—	0,94	22	—	85
АЛ109А-1	0,4	1,7	20	—	—	0,94	22	—	85
ЗЛ109А-1	0,2	1,2	20	—	—	0,94	22	—	85

Продолжение табл. 37

Тип прибора	Значения параметров при $T = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$						$I_{\text{ПР max}}$ мА	$U_{\text{ОБР max}}$ В	$T_{\text{k max}}$ ($T_{\text{п}}$), $^{\circ}\text{C}$
	$P_{\text{изл}}$, мВт	$U_{\text{пр}}$, В	$I_{\text{ПР ном}}$, мА	$T_{\text{НАРИЗЛ}}$, нС	$T_{\text{СП.ИЗЛ}}$, нС	L_{max} , мкМ			
АЛ115А	10	2	50	1000	600	0,9...1	50	4	85
ЗЛ115А	10	2	50	1000	600	0,9...1	50	4	85
АЛ118А	2	1,7	50	100	150	0,9...1	50	1	85
ЗЛ118А	2	1,7	50	100	150	0,91... 0,95	50	1	85
АЛ119А	40	3	300	1000	1500	0,93... 0,96	300	—	85
АЛ119Б	40	3	300	350	1500	0,93... 0,96	300	—	85
ЗЛ119А	40	3	300	1000	1500	0,93... 0,96	300	—	85
ЗЛ119Б	40	3	300	350	1500	0,93... 0,96	300	—	85
АЛ120А	0,8	2	50	10	10	0,88	55	1	85
АЛ120Б	1	2	50	20	20	0,88	55	1	85
ЗЛ120А	0,8	2	50	10	10	0,88	55	1	85
ЗЛ120Б	1	2	50	20	20	0,88	55	1	85
АЛ123А	500	2	300	350	500	0,94	400	2	85
ЗЛ123А	500	2	300	350	500	0,94	400	2	85
АЛ124А	4	2	100	20	20	0,86	110	2	85
ЗЛ124А	4	2	100	20	20	0,86	110	2	85
АЛС126А-5	1400	28	6000	—	—	0,8... 0,81	2500	60	70
ЗЛ127А-1	0,06	2	10	—	—	0,75	15	4	85
ЗЛ127А-5	0,06	2	10	—	—	0,75	15	4	85
ЗЛ128А-1	1	1,8	20	40	40	0,86	25	2	85
ЗЛ129А	1,3	2	50	10	10	0,87	100	1	85
ЗЛ130А	350	3	3000	1500	1500	0,95	3000	1	85
АЛ132А	0,01	2	50	20	20	1,26	50	1	85
ЗЛ132А	0,01	2	50	20	20	1,26	50	1	85

Окончание табл. 37

Тип прибора	Значения параметров при $T = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$						$I_{\text{пр max}}$ мА	$U_{\text{обр max}}$ В	$T_{\text{к max}}$ ($T_{\text{п}}$), $^{\circ}\text{C}$
	$P_{\text{изл}}$, мВт	$U_{\text{пр}}$, В	$I_{\text{пр ном}}$, мА	$T_{\text{нариزل}}$, нС	$T_{\text{сп. изл}}$, нС	L_{max} , мкМ			
ЗЛ135А	0,15	2	100	20	20	0,82... 0,9	100	2	85
АЛ136А-5	0,6	1,9	50	14	14	0,82	60	5	70
ЗЛ136А	0,6	2	50	14	14	0,81	60	5	70
ЗЛ136А-5	0,6	2	50	14	14	0,82	60	5	70
АЛ137А	0,22	3	50	7	7	0,81	60	5	70
ЗЛ137А	0,5	2,4	50	7	7	0,81	60	5	70
ЗЛ138А	0,4	2,4	50	5	5	0,81	60	5	70
АЛ402А	0,05	—	10	25	45	0,69... 0,7	12	—	55
АЛ402Б	0,025	—	10	25	45	0,69... 0,7	12	—	55
АЛ402В	0,015	—	10	25	45	0,69... 0,7	12	—	55

Таблица 38

**Популярные светодиоды фирмы *Kingbright*
различного назначения**

Наименование	Цвет свечения	Длина волны, нм	Угол обзора, град.
L59BL/EGW	Зел./Красный	568/627	60
L59BL/EYW	Желт./Красн.	588/627	60
L59BL/GYW	Зел./Желтый	568/588	60
L59CB/EGW	Зел./Красный	568/627	60
L59CB/EYW	Желт./Красн.	588/627	60
L59CB/GYW	Зел./Желтый	568/588	60
L59EGC	Зел./Красный	568/627	24
L59EGCTNB254	Зел./Красный	568/627	24
L59EGW	Зел./Красный	568/627	60
L59EGW/CA	Зел./Красный	568/627	60

Продолжение табл. 38

Наименование	Цвет свечения	Длина волны, нм	Угол обзора, град.
L59EGWTNR254	Зел./Красный	568/627	60
L59EYC	Желт./Красн.	588/627	24
L59EYCTNB254	Желт./Красн.	588/627	24
L59EYW	Желт./Красн.	588/627	60
L59EYWTNR254	Желт./Красн.	588/627	60
L59GYC	Зел./Желтый	568/588	24
L59GYCTNB254	Зел./Желтый	568/588	24
L59GYW	Зел./Желтый	568/588	60
L59GYWTNR254	Зел./Желтый	568/588	60
L59SRSGC/C	Зел./Красный	568/640	24
L59SRSGW/CC	Зел./Красный	568/640	60
L59SURKMGKW	Зел./Красный	570/630	60
L59SURKSGC	Зел./Красный	568/630	24
L934CA/2GD-90	Зеленый	568	60
L934CA/2ID-90	Красный	627	60
L934CA/2SRD-90	Красный	640	60
L934CA/2YD-90	Желтый	588	60
L934CB/GD	Зеленый	568	60
L934CB/ID	Красный	627	60
L934CB/SRD	Красный	640	60
L934CB/YD	Желтый	588	60
L934DB/2GD	Зеленый	568	60
L934DB/2ID	Красный	627	60
L934DB/2SRD	Красный	640	60
L934DB/2YD	Желтый	588	60
L934EB/2GD	Зеленый	568	60
L934EB/2ID	Красный	627	60
L934EB/2SRD	Красный	640	60
L934EB/2YD	Желтый	588	60
L934EC	Красный	627	50

Продолжение табл. 38

Наименование	Цвет свечения	Длина волны, нм	Угол обзора, град.
L934ED	Красный	627	60
L934EW/GD	Зеленый	568	60
L934EW/ID	Красный	627	60
L934EW/SRD	Красный	640	60
L934EW/YD	Желтый	588	60
L934EWP/GD-0L	Зеленый	568	60
L934EWP/ID-0L	Красный	627	60
L934EWP/SRD-0L	Красный	640	60
L934EWP/YD-0L	Желтый	588	60
L934FG/2GD	Зеленый	568	60
L934FG/2ID	Красный	627	60
L934FG/2SRD	Красный	640	60
L934FG/2YD	Желтый	588	60
L934FN/2GD	Зеленый	568	60
L934FN/2ID	Красный	627	60
L934FN/2SRD	Красный	640	60
L934FN/2YD	Желтый	588	60
L934FO/2GD	Зеленый	568	60
L934FO/2ID	Красный	627	60
L934FO/2SRD	Красный	640	60
L934FO/2YD	Желтый	588	60
L934GC	Зеленый	568	50
L934GD	Зеленый	568	60
L934GD12V	Зеленый	568	60
L934GD14V	Зеленый	568	60
L934GD5V	Зеленый	568	60
L934GE/2GD	Зеленый	568	60
L934GE/2ID	Красный	627	60
L934GE/2SRD	Красный	640	60
L934GE/2YD	Желтый	588	60

Продолжение табл. 38

Наименование	Цвет свечения	Длина волны, нм	Угол обзора, град.
L934GO/2GD	Зеленый	568	60
L934GO/2ID	Красный	627	60
L934GO/2SRD	Красный	640	60
L934GO/2YD	Желтый	588	60
L934GT	Зеленый	568	50
L934HD	Красный	660	60
L934ID	Красный	627	60
L934ID12V	Красный	627	60
L934ID14V	Красный	627	60
L934ID5V	Красный	627	60
L934IT	Красный	627	50
L934JQ/2GD	Зеленый	568	60
L934JQ/2ID	Красный	627	60
L934JQ/2SRD	Красный	640	60
L934JQ/2YD	Желтый	588	60
L934LGD	Зеленый	568	60
L934LID	Красный	627	60
L934LSRD	Красный	640	60
L934LYD	Желтый	588	60
L934MBC	Синий	455	20
L934MBCK	Синий	455	20
L934MBD	Синий	455	60
L934MBDK	Синий	455	60
L934MBT	Синий	455	20
L934MBTK	Синий	455	20
L934MD/2GD	Зеленый	568	60
L934MD/2ID	Красный	627	60
L934MD/2SRD	Красный	640	60
L934MD/2YD	Желтый	588	60
L934MGC	Зеленый	568	50

Продолжение табл. 38

Наименование	Цвет свечения	Длина волны, нм	Угол обзора, град.
L934MWC	Белый	—	20
L934NC	Оранжевый	610	50
L934ND	Оранжевый	610	60
L934NT	Оранжевый	610	50
L934PBC/E	Синий	465	20
L934PGC	Чистый зел.	555	50
L934PGD	Чистый зел.	555	60
L934PGT	Чистый зел.	555	50
L934PJ/3GD	Зеленый	568	60
L934PJ/3ID	Красный	627	60
L934PJ/3SRD	Красный	640	60
L934PJ/3YD	Желтый	588	60
L934PWC	Белый	—	60
L934RK/2GD	Зеленый	568	60
L934RK/2ID	Красный	627	60
L934RK/2SRD	Красный	640	60
L934RK/2YD	Желтый	588	60
L934RS/GD	Зеленый	568	60
L934RS/ID	Красный	627	60
L934RS/SRD	Красный	640	60
L934RS/YD	Желтый	588	60
L934RZ/3GD	Зеленый	568	60
L934RZ/3ID	Красный	627	60
L934RZ/3SRD	Красный	640	60
L934RZ/3YD	Желтый	588	60
L934SA/3GD	Зеленый	568	60
L934SA/3ID	Красный	627	60
L934SA/3SRD	Красный	640	60
L934SA/3YD	Желтый	588	60
L934SB/4GD	Зеленый	568	60

Продолжение табл. 38

Наименование	Цвет свечения	Длина волны, нм	Угол обзора, град.
L934SB/4ID	Красный	627	60
L934SB/4SRD	Красный	640	60
L934SB/4YD	Желтый	588	60
L934SEC	Оранжевый	601	50
L934SEC/E	Красный	621	50
L934SEC/H	Красный	630	50
L934SED	Оранжевый	601	60
L934SET	Оранжевый	601	50
L934SGC	Зеленый	568	50
L934SGD	Зеленый	568	60
L934SGD12V	Зеленый	568	60
L934SGD14V	Зеленый	568	60
L934SGD5V	Зеленый	568	60
L934SRC/D	Красный	640	50
L934SRC/E	Красный	640	50
L934SRC/F	Красный	640	50
L934SRC/G	Красный	640	50
L934SRC/H	Красный	640	50
L934SRC/J	Красный	640	50
L934SRD/D	Красный	640	60
L934SRD/E	Красный	640	60
L934SRD/F	Красный	640	60
L934SRD/G	Красный	640	60
L934SRD/H	Красный	640	60
L934SRD/J	Красный	640	60
L934SRD12V	Красный	640	60
L934SRD14V	Красный	640	60
L934SRD5V	Красный	640	60
L934SURC	Красный	628	50
L934SURC/E	Красный	630	50

Продолжение табл. 38

Наименование	Цвет свечения	Длина волны, нм	Угол обзора, град.
L934SYC	Желтый	588	50
L934SYC/H	Желтый	588	50
L934SYD	Желтый	588	60
L934SYT	Желтый	588	50
L934VGC/E	Зеленый	525	50
L934YC	Желтый	588	50
L934YD	Желтый	588	60
L934YD12V	Желтый	588	60
L934YD14V	Желтый	588	60
L934YD5V	Желтый	588	60
L934YT	Желтый	588	50
L934ZH/GD	Зеленый	568	60
L934ZH/ID	Красный	627	60
L934ZH/SRD	Красный	640	60
L934ZH/YD	Желтый	588	60
L937EGW	Зел./Красн.	568/627	60
L937EYW	Желт./Красн.	588/627	60
L937GGD	Зеленый	568	60
L937GYW	Зел./Желтый	568/588	60
L937IID	Красный	627	60
L937YYD	Желтый	588	60
L7113EC	Красный	627	20
L7113ED	Красный	627	30
L7113GC	Зеленый	568	20
L7113GD	Зеленый	568	30
L7113GT	Зеленый	568	20
L7113ID	Красный	627	30
L7113IT	Красный	627	20
L7113MBCK	Синий	455	16
L7113MBDK	Синий	455	20

Продолжение табл. 38

Наименование	Цвет свечения	Длина волны, нм	Угол обзора, град.
L7113MBTK	Синий	455	16
L7113MGC	Зеленый	568	20
L7113MWC	Белый	—	16
L7113NC	Оранжевый	610	20
L7113ND	Оранжевый	610	30
L7113NT	Оранжевый	610	20
L7113PBC	Синий	465	16
L7113PBD	Синий	465	20
L7113PBT	Синий	465	16
L7113PGC	Чистый зел.	555	20
L7113PGD	Чистый зел.	555	30
L7113PGT	Чистый зел.	555	20
L7113SEC	Оранжевый	601	20
L7113SEC/E	Красный	621	20
L7113SEC/H	Красный	630	20
L7113SED	Оранжевый	601	30
L7113SET	Оранжевый	601	20
L7113SGC	Зеленый	568	20
L7113SGD	Зеленый	568	30
L7113SRC/DU	Красный	640	20
L7113SRC/DV	Красный	640	20
L7113SRC/DW	Красный	640	20
L7113SRC/E	Красный	640	20
L7113SRC/F	Красный	640	20
L7113SRD/D	Красный	640	30
L7113SRD/E	Красный	640	60
L7113SRD/F	Красный	640	30
L7113SRD/G	Красный	640	30
L7113SRD/H	Красный	640	30
L7113SRSGW	Зел./Красный	568/640	35

Окончание табл. 38

Наименование	Цвет свечения	Длина волны, нм	Угол обзора, град.
L7113SURC	Красный	628	20
L7113SURC/E	Красный	630	20
L7113SYC	Желтый	588	20
L7113SYC/H	Желтый	588	20
L7113SYD	Желтый	588	30
L7113SYT	Желтый	588	20
L7113YC	Желтый	588	20
L7113YD	Желтый	588	30
L7113YT	Желтый	588	20

23. Фотодиоды и фототранзисторы.

Справочные данные

Таблица 39

Фототранзисторы. Электрические параметры

Тип	Площадь фоточувствительного элемента, мм ²	Основные параметры при температуре 20±5 °С					
		Диапазон спектральной характеристики $\Delta\lambda$, мкм	Максимальная спектральная характеристика $\Delta\lambda_{\text{max}}$, мкм	Рабочее напряжение U_p , В	Темновой ток I_p , мкА	Интегральная токовая чувстви- тельность $S_{\text{инт}}$, мкА/Лк, не менее	Импульсная постоянная времени t_p , с, не более
ФТ-1К	2,8	0,5...1,12	0,8...0,9	5	3	(0,4)	$8e^{-5}$
ФТ-2К	2,8	0,5...1,12	0,8...0,9	5	3	(0,4)	$8e^{-5}$
ФТ-1Г	3	0,4...1,8	1,5...1,6	1...5	300	0,2	$2e^{-4}$
ФТ-2Г	1	0,4...1,8	1,5...1,6	12...24	500	2	$1e^{-5}$
ФТ-3Г	3	0,4...1,8	1,5...1,6	10...12	1000	2...7	$1e^{-4}$
ФТГ-3	3	0,4...1,8	1,5...1,55	5...10	60	1	$1(2...10)e^{-5}$
ФТГ-4	3	0,4...1,8	1,5...1,55	5...10	40	3	$3(2...10)e^{-5}$
ФТГ-5	3	0,4...1,8	1,5...1,55	5...10	50	1	$(1...2)e^{-5}$

Таблица 40

Специализированные фототранзисторы

Тип	Фототок I_F , мкА	Темно- вой ток I_T , мкА	Время нарастания импульса t_H , нс	Обратное напряжение $U_{OБP}$ ($U_{НАС}$), В	Режим измерения
КТФ102А	200	1,0	500	50 (0,5)	Ее = 60 мВт/см $R_{НАГР}$ = 15 кОм
КТФ102А1			800	0,5	
КТФ102А2					
КТФ104А	150	1,0	800	0,5	Ее = 7 Лк
КТФ104Б	100	5,0			
КТФ104В	50				

Таблица 41

Фототранзисторы зарубежного производства

Тип	Описание
L610MP4BT/BD	NPN черный пластиковый фототранзистор
L32P3C	T-1 (3 мм) фототранзистор с кристалльной линзой
L51P3C	T-1 3/4 (5 мм) фототранзистор с кристалльной линзой

Таблица 42

**Фотодиоды КДФ115А.
Фотоэлектрические параметры (цвет колбы черный)***

Тип	Темновой ток I_T , мА ($U = 5 \text{ В}$)	Температура, °С	Статистическая чувствительность	Диапазон спектральной чувствительности
КДФ115А	1 1 20	25 ± 10 –60 70 ± 10	30	550–1000
КДФ115-А1	1 1 20	25 ± 10 –60 70 ± 10	30	550–1000
КДФ1150А3	100 100 1000	25 ± 10 –60 70 ± 10	30	700–1000
КДФ115-А5 (цвет линзы прозрачный)	100 100 100	25 ± 10 –60 70 ± 10	90	700–1000

Примечание: * Максимально допустимое постоянное обратное напряжение КДФ115 (с модификациями) в диапазоне рабочих температур от –60 до +70 °С не должно превышать 30 В.

24. Микрофоны. Справочные данные и электрические характеристики

Микрофон — это устройство, преобразующее звуковые колебания в электрические. Микрофон — от греческих слов «микро» — малый, и «фон» — звук — ввел английский физик Уитсон в начале XIX века. Сегодня под микрофоном обычно понимают электрический прибор, обнаруживающий и усиливающий слабые звуки.

Тогда же французский ученый Дю Монсель сказал о микрофоне: «В сущности, это есть не что иное, как передаточный телефон с батареей, но обладающий такими характерными качествами, которые делают его самостоятельным прибором, заслужив особое наименование».

В практике используется несколько типов микрофонов: пьезоэлектрические, электретные, конденсаторные, электромагнитные, электродинамические и угольные. Электретные микрофоны — популярные и распространенные сегодня в усилительной технике заслуживают особого внимания. Именно они из всех перечисленных имеют самый широкий диапазон частот 30...20 000 Гц при самых малых габаритных размерах.

Спектр применения электретных микрофонов широк — от всевозможных «жучков» (подслушивающих устройств) до медицинских слуховых аппаратов и устройств дистанционного усиления телефонной связи (прототипов настоящим устройствам «hands free» — свободные руки, активно используемых сегодня в мобильной сотовой связи).

В табл. 43 и 44 приводятся электрические характеристики популярных электретных микрофонов.

Таблица 43

Популярные электретные микрофоны и их электрические параметры

Наименование	Чувствительность, мВ/Па	Диапазон частот, Гц	Уровень шума, дБ	Напряжение питания, В	Потребляемый ток, мА	Коэффициент гармоник, %	Неравномерность ЧХ, дБ
М1-А2 «сосна»	5/15	150/7000	28	—1,2	0,007	1	2
М1-Б2 «сосна»	10/20	200/8700	28	—	0,008	1	2
М4-В «сосна»	> 20	200/8700	32	—	0,01	1	2
М7 «сосна»	> 5	150/10000	26	—	0,01	2	5
МЭК-1А	6/20	300/4000	30	2,3/4,7	0,2	2	2
МЭК-1В	5/20	200/5000	—	—	0,2	10	2
МКЭ-3	4/20	50/15000	30	— 4,5	0,2	12	2
МКЭ-84	6/20	300/3400	30	1,3/4,5	0,25	16	2
МКЭ-377 1А	6/12	150/15000	33	2,3/6	0,35	4	2
МКЭ-377 1Б	10/20	120/14000	31	—	0,35	4	2
МКЭ-377 1В	18/36	150/14500	30	—	0,3	4	2,5
МКЭ-378 А	6/12	30/18000	33	2,3/6	0,35	1	2
МКЭ-378 Б	10/20	50/18000	30	—	0,35	2	3

Окончание табл. 43

Наименование	Чувствительность, мВ/Па	Диапазон частот, Гц	Уровень шума, дБ	Напряжение питания, В	Потребляемый ток, мА	Коэффициент гармоник, %	Неравномерность ЧХ, дБ
МКЭ-389-1	6/12	300/4000	33	2/6	0,35	4	2
МКЭ-332 А	3/5	50/12500	30	2/9	—	5	2
МКЭ-332 Б	6/12	75/12000	28	—	—	5	1
МКЭ-332 В	12/24	100/12000	28	—	—	5	0,5
МКЭ-332 Г	24/48	100/12500	28	—	—	5	1
МКЭ-333 А	3/5	50/12500	30	2/9	—	5	2
МКЭ-333 Б	6/12	75/12000	28	—	—	5	2
МКЭ-333 В	12/24	100/15000	26	—	—	5	2
МКЭ-333 Г	24/48	100/15000	28	—	—	5	4

Таблица 44

Микрофоны фирмы *Panasonic*

Наименование	Чувстви- тельность, мВ/Па	Диапазон частот, Гц	Напряжение питания, В	Потреб- ляемый ток, мА	Размер, мм
WM-034 CY	60	20/16000	4,5/10	0,8	9,7×6,7
WM-034 BY					
WM-034 CY 195			1,5/10	0,3	9,7×4,5
WM-52 BM		2,5/10	0,6		
WM-54 BT		20/12000	2/10	0,5	6,0×5,0
WM-60 AY	58	20/16000	2/10		
WM-60 AT					
WM-60 A103	55	100/12000			
WM-62 A	58	20/16000	2/10	0,5	6,0×2,5
WM-66 D103	50				
WM-55 A 103	60				
WM-56 A 103	58		1,5/10	0,5	9,7×5
WM-55 D 103		100/10000			
SZN-15 E			80/15000	3/10	0,35

25. Популярныe герконы.
Справочные данные
и электрические характеристики

Геркон — вакуумный коммутационный прибор, функционирующий при воздействии электромагнитного поля. Геркон (происходит от слов «герметизированный контакт») представляет собой герметизированный переключатель с пружинными контактами из ферромагнитного материала, соприкасающимися под действием магнитного поля. Различают герконы, работающие на замыкание, переключение и размыкание электрической

цепи. Внутри стеклянного баллона создается вакуум или газовая среда (азот, аргон, водород) различного давления. При определенной напряженности магнитного поля электромагнита или постоянного магнита извне свободные концы пружины (чаще из пермаллоевой проволоки), находящиеся на расстоянии нескольких десятых или сотых миллиметра, притягиваются друг к другу и замыкают контакт (или размыкают, если геркон на размыкание). При уменьшении напряженности пружины упругой силой возвращаются в исходное положение, и контакт размыкается. У переключающих электрические цепи герконов сопротивление контакта в замкнутом состоянии должно стремиться к минимуму и, как правило, составляет 0,02—0,2 Ом, а в разомкнутом не менее 1 кОм.

Большинство герконов с газовым наполнением имеет пробивное напряжение 200—500 В, поэтому применять герконы в силовых цепях с напряжением 220 В, или где коммутируется мощная нагрузка надо со знанием дела — для мощных нагрузок существуют специальные герконы. Повышением давления газа до нескольких десятых Мн/м² (несколько атмосфер) или понижением его до 10⁴—10⁶ мм рт. ст.) этот параметр пробивного напряжения увеличивается до 800 В.

У вакуумных герконов пробивное напряжение достигает 5000 В. Время срабатывания герконов (0,5—2 мс) и отпускания (0,1—0,7 мс) намного меньше, чем у якорных электромагнитных реле.

Различные приборы этого класса обеспечивают эффективную работу и являются составными частями интегрированных устройств автоматики и защиты, систем кодового доступа и контактных переключателей. Современная альтернатива герконам — датчики Холла (со стабилизированными МОП уровнями напряжения на выходе) постепенно завоевывали нишу в радиотехнике, которая когда-то полностью принадлежала герконам.

Таблица 45

Популярные герконы широкого потребления

Тип геркона	Частота коммутации максимальная, Гц	Сопротивление контактов в замкнутом состоянии, Ом	Максимальная коммутирующая мощность, Вт	Время срабатывания/отпускания, с	Прочность изоляции, В (~/=)	Размер, мм
КЭМ-1	10...50 (в зависимости от режима)	0,1	30	0,3/0,9	500/700	5,6×50
КЭМ-6	20	0,2	20	0,3/0,9	360/500	4,2×37
КЭМ-2	100	0,25	10	0,3/0,9	180/250	3,2×21
КЭМ-3	10...50 (в зависимости от режима)	0,5	30	0,3/0,9	70/150	4,5×18
МКА-17	100	0,15	7,5	0,3/0,95	150/210	3,1×20
МКА-27101	50	0,3	20, индук. — 1,5 ВА	0,35/0,85	500	3,8×28
МК-10-3	10...100 (в зависимости от режима)	0,5	10	0,35/0,98	110/150	2,3×11
МУК-1А-1	0,5...100 (в зависимости от режима)	0,3	15	0,3/0,9	127/180	3×21,5

Окончание табл. 45

Тип геркона	Частота коммутации максимальная, Гц	Сопротивление контактов в замкнутом состоянии, Ом	Максимальная коммутирующая мощность, Вт	Время срабатывания/отпускания, с	Прочность изоляции, В (~/=)	Размер, мм
МКС-27103-1	3...50 (в зависимости от режима)	0,3	30, индук. — 1,5 ВА	0,35/0,9	250/350	5,3×28
МКА-10501	100	0,4	5	0,35/0,95	110/150	2,3×11
МКА-52141	50	0,1	До 1000 В — 50 Вт Свыше 1000 В — 10 Вт	0,4/0,9	7500	5,7×53,5
МКА-10105	10...400	0,15	10, индук. — 0,6 ВА	0,3/0,5	110/150	2,1×10,4
МКА-10104	10...400	0,3	10, индук. — 0,6 ВА	0,3/0,5	110/150	2,3×10,4
МКА-36701	20...150	0,15	21	2/2	500/700	5,3×36
МКА-14101	50...100	0,15	10	0,4/1	160/220	2,3×14,2
МКВ-17701	—	0,5	—	—	—	4,2×18
МКА-20101	10...100	0,15	10	0,3/1	200/280	2,95×20
МКА-50201	3...25	0,2	120, индук. — 90 ВА	1/2	500/700	5,6×30
МКА-27601	25	0,15	45	1/3	—/450	3,25×28

Важное отличие в пользу датчиков Холла (относительно герконов) является их долговременность наработки до отказа (надежность) — у некоторых не силовых герконов она составляет всего несколько тысяч срабатываний (у силовых — еще меньше). Ранее на основе маломощных герконов даже промышленным способом изготавливались клавиатуры. Радиолюбители использовали герконы в клавиатурах первых персональных компьютеров типа «РК-86», «Специалист» и «Синклер». Это время кануло в лету.

Однако и сегодня герконы часто являются незаменимыми электронными устройствами, и поэтому справочные сведения, размещенные в табл. 6.45, представляют актуальными и своевременными.

Среди герконов, выпускающихся отечественной промышленностью, много таких, о которых радиолюбитель узнает здесь впервые.

26. Динамические головки. Справочные данные и электрические характеристики

Динамические головки, или в радиолюбительском обиходе просто «динамики», различаются между собой и подразделяются на рупорные, электромагнитные, электродинамические, изодинамические, ленточные, электростатические, пьезоэлектрические и магнитно-стрикционные. Каждый из этих типов по-своему отличается от других.

В нижеследующей подборке таблиц приводятся электрические характеристики динамических головок как старой, так и новой маркировки. Эти данные окажутся полезными радиолюбителям, занимающимся самостоятельным ремонтом и конструированием усилительной звуковой техники.

В табл. 46 представлены справочные данные по низкочастотным динамическим головкам.

В табл. 47 представлены справочные данные средне-частотных и высокочастотных динамических головок.

В табл. 48 представлены справочные данные широкополосных динамических головок.

В табл. 49 представлены справочные данные динамических головок с плоскими диафрагмами (НЧ, СЧ, ВЧ и ШП)

В табл. 50 представлены справочные данные динамических головок устаревших типов низкочастотные и компрессионные.

В табл. 51 представлены справочные данные средне-частотных динамических головок устаревших типов.

В табл. 52 представлены справочные данные высокочастотных динамических головок устаревших типов.

В табл. 53 представлены справочные данные широкополосных динамических головок.

Пояснения к табл. 46–49:

- 1 — наименование по ГОСТ9010-6773.78 и нестандартных динамиков;
- 2 — наименование по ОСТ4.383.001—85;
- 3 — номинальное электрическое сопротивление, Ом;
- 4 — частота основного резонанса, Гц;
- 5 — эффективный диапазон рабочих частот, кГц;
- 6 — уровень характеристической чувствительности, дБ;
- 7 — номинальная мощность, Вт;
- 8 — мощность нормирования, Вт;
- 9 — предельная шумовая мощность, Вт;
- 10 — предельная долговременная мощность, Вт;
- 11 — предельная кратковременная мощность, Вт;
- 12 — максимальный уровень звукового давления при $P = P_{ш}$, дБ.

Таблица 46

Головки громкоговорителей низкочастотные

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4ГД-5	—	8	55	60–5,0	93,5	4	—	6	—	—	101,0
5ГД-3РРЗ	—	10	30	40–5,0	93,5	5	—	12	—	—	104,0
6ГД-1РРЗ	—	8	48	60–6,5	96	6	—	10	—	—	106,0
6ГД-2	—	8	30	40–5,0	93,5	6	—	16	—	—	105,5
6ГД-6	10ГДН-1	4	80	63–5,0	84	6	4	10	12	25	94,0
8ГД-1РРЗ	—	12	45	50–7,0	97	8	—	12	—	—	108,0
8ГД-1	—	8	25	40–1,0	90	8	—	20	—	—	103,0
10ГД-30	20ГДН-1	8	32	63–5,0	87,5/86	10	3	20	20	20	99,0/100,5
10ГД-34	25ГДН-1	4	80	63–5,0	84	10	8	25	27	30	98,0
15ГД-14	25ГДН-3	4/8	55	50–5,0	85	15	15	25	30	70	99,0
15ГД-17	25ГДН-4	4	40	40–5,0	86	15	15	25	30	70	100,0
25ГД-26	35ГДН-1	4/8	30	40–5,0	84	25	25	35	50	125	99,4
—	50ГДН-1	4	30	31,5–2,0	87	—	8	50	50	100	104,0
30ГД-1	—	4	25	31,5–1,0	87,5	30	—	70	—	—	105,8
30ГД-2	75ГДН-1	4/8	25	31,5–1,0	86	30	10	75	78	80	104,7
—	75ГДН-3	4/8	25	31,5–2,0	89	—	10	75	75	100	107,7
—	75ГДН-5	4	25	31,5–1,0	85	—	4	75	200	300	103,7
—	100ГДН-3	8	25	31,5–1,0	91	—	—	100	150	300	111,0

Таблица 47

Головки громкоговорителей среднечастотные и высокочастотные

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
3ГД-1	—	8	120	200–5,0	93,5	3	—	4*	—	—	99,5
4ГД-6	—	8	160	200–5,0	90	4	—	5*	—	—	97,0
—	20ГДС-1	4/8/16	110	200–5,0	89	—	10	20	25	30	102,0
15ГД-11А	20ГДС-3	8	100	200–5,0	88,5–92	15	15	20	20	30	101,5/105,0
15ГД-11	20ГДС-4	8	120	200–5,0	89	15	15	20	20	40	102,0
—	30ГДС-1	8	250	500–6,3	92	—	2,5	30	50	100	106,8
—	30ГДС-3	4/8/16	110	200–5,0	89	—	1,25	30	35	40	103,8
1ГД-3	—	12,5	4500	5,0–18,0	93,5	1	—	2*	—	—	96,5
1ГД-56	1ГДВ-1	8	3000	6,3–16,0	88	1	1	1	1,5	3	88,0
2ГД-36	3ГДВ-1	8	1600	3,15–20,0	90	2	2	3	3	6	94,8
3ГД-2	6ГДВ-1	16/25	4500	5,0–18,0	90/92,5	3	6	6	6	6	97,8/100,3
3ГД-31	5ГДВ-1	8	3000	3,0–18,0	90	3	3	5	8	15	97,0
3ГД-47	4ГДВ-1	8	3000	3,0–18,0	91	3	—	4	—	—	97,0
4ГД-56	6ГДВ-2	8	1600	3,15–20,0	90	4	4	6	6	12	97,8
6ГД-11	—	8	2000	3,0–20,0	90	6	—	6	—	—	97,8
6ГД-13	6ГДВ-4	8	3000	3,0–25,0	93,5	6	1,25	6	6	6	101,3

10ГД-35	6ГДВ-6	16/25	3000	5,0–25,0	91	10	2	6	8	10	98,8
—	6ГДВ-7	16	—	5,0–25,0	92	—	2,5	6	6	20	99,8
—	6ГДВ-9	16	—	5,0–25,0	91	—	2	6	10	20	98,8
10ГД-35Б	10ГДВ-2	16	2800	5,0–25,0	92	10	5	10	10	20	102,0
10ГИ-1	—	4/8	2000	2,5–25,0	87	10	10	15	15	25	98,8
—	25ГДВ-1	4/8	2000	2,5–30,0	88	—	—	25	—	—	102,0

Головки громкоговорителей широкополосные

Таблица 48

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ЗГД-32	6ГДШ-1	4	75	80–12,5	92	3	0,8	6	6	6	99,8
ЗГД-38Е	5ГДШ-1	4	80	80–12,5	90	3	3	5	—	—	97,0
ЗГД-40	5ГДШ-2	4	75	80–12,5	90	3	3	5	8	15	97,0
ЗГД-42	5ГДШ-3	4	100	100–12,5	92,5	3	3	5	8	15	99,5
ЗГД-45	5ГДШ-4	4	80	80–16,0	90	3	2,25	5	6	20	97,0
4ГД-4	—	8	55	60–12,0	93	4	—	5*	—	—	100,0
4ГД-7	—	4,5	60	60–12,0	92	4	—	5*	—	—	99,0
4ГД-8А	—	4	120	125–7,1	90	4	—	4	—	—	96,0
4ГД-8Е	4ГДШ-1	4	120	125–7,1	93,5	4	—	4	—	—	99,5

Окончание табл. 48

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4ГД-28	—	4,5	60	60–12,0	90	4	—	5*	—	—	97,0
4ГД-34	—	8	60	60–12,0	90	4	—	5*	—	—	97,0
4ГД-35	8ГДШ-1	4	65	63–12,0	92	4	0,8	8	8	15	101,0
4ГД-36	—	4	60	63–12,0	90	4	—	5*	—	—	97,0
4ГД-43	—	4	—	—	92	4	—	5*	—	—	99,0
4ГД-53	4ГДШ-3	8	125	100–12,5	91	4	0,5	4	6	12	97,0
5ГД-1PP3	—	4	65	80–10,0	96	5	—	6*	—	—	103,8
6ГД-1	—	1,2	65	60–16,0	95	6	—	6	—	—	102,8
6ГД-3	—	4	85	100–10,0	96	6	—	6	—	—	103,8
6ГД-17	8ГДШ-2	4/8	100	100–12,5	91	6	0,9	8	20	35	100,0
10ГД-36K	10ГДШ-1	4	40	63–20,0	90	10	1,6	10	15	20	100,0
10ГД-36E	10ГДШ-2	4	40	63–20,0	87,5	10	2	10	10	15	97,5
4А-28	—	15	70	70–14,0	93,5	6	—	12*	—	—	104,2
4А-32	—	15	40	40–14,0	96	12	—	25*	—	—	110,0

Таблица 49

Головки громкоговорителей с плоскими диафрагмами (НЧ, СЧ, ВЧ и ШП)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4А-32-6	—	16	42	40—14,0	95	12	—	50	—	—	111,9
—	300ГДН-1	4/8	18	20—3,15	90	—	—	200	300	—	113,0
—	200ГДН	8	25	31,5—4,0	88	—	—	100	200	—	108,0
—	100ГДН	8	40	63—5,0	87	—	—	75	100	—	105,8
—	25ГДН	4	50	70—6,3	87	—	—	25	50	—	101,0
—	75ГДС	4/8	80	200—6,3	92	—	—	50	75	—	109,0
—	50ГДС	8	100	250—6,3	89	—	—	25	50	—	103,0
—	10ГДВ-5	8	1100	2,0—31,5	91	—	—	20	—	—	104,0
—	25ГДШ-2М	4/8	50	80—16,0	87	—	—	25	50	—	101,0
4А-32-6	—	16	42	40—14,0	95	12	—	50	—	—	111,9
—	300ГДН-1	4/8	18	20—3,15	90	—	—	200	300	—	113,0
—	200ГДН	8	25	31,5—4,0	88	—	—	100	200	—	108,0
—	100ГДН	8	40	63—5,0	87	—	—	75	100	—	105,8

Таблица 50

Динамические головки устаревших типов низкочастотные и компрессионные

Старое обозначение	Новое обозначение	$F_{\text{рез. осн.}}$, Гц	Полоса воспроизв. частот, Гц	Неравномерность АЧХ, дБ	R , Ом	Уровень чувствит., дБ/Вт·м	$V_{\text{ас}}$, л	Полная добр., Q_{ts}
6ГД-6	10ГДН-1	55	63...5000	15	4	84	—	—
10ГД-30Е	20ГДН-1-8	32	63...5000	14	8	86	20	1
10ГД-30(Б)	20ГДН-1	28 (32)	30...5000	15	8	86	—	—
10ГД-34	25ГДН-1-4	80	63...5000	14 (16)	4	83	11	0,55
15ГД-14	25ГДН-3-4	55	50...5000	14	4	84	8	0,5
15ГД-14	25ГДН-3-8	40	40...5000	12 (16)	8	86	30	0,35
15ГД-17	25ГДН-4-4	40	40...5000	14	4	88	—	—
15ГД-18	25ГДН-2	63 (75)	80...3150	14 (12)	4	81	—	—
25ГД-4	50ГДН-3	25	31,5...2000	12	8	85	—	—
25ГД-26Б	25ГДН-1-4(8)	30	40...5000	14	4 (8)	84	30	0,35
25ГД-26	35ГДН-1-4	30	40...5000	14 (12)	4	86	50	1
—	35ГДН-1-8	33	40...5000	14 (12)	8	87	45	0,4 (0,47)
30ГД-2(А)	75ГДН-1-4(8)	25 (31)	31,5...1000	12	4 (8)	86	80 (28)	0,21 (0,88)
30ГД-11(А)	75ГДН-3-4	25 (30)	31,5...2000	10	4	86	62 (100)	0,213 (0,25)
30ГД-6	75ГДН-6	33	31,5...1000	12	4	88	—	—

35ГД-1	50ГДН-1	25	31,5...4000	12	8	85	—	—
35ГД-2	75ГДН-2	30	31,5...5000	12	8	87,5	—	—
50ГД-2-25	—	25	30...1000	12	4	90	—	—
—	75ГДН-01	28	31,5...1000	14	8	86,5	—	—
75ГД-1	100ГДН-3	32	31,5...1000	13	8	90	—	—

Таблица 51

Динамические головки устаревших типов среднечастотные

Старое обозначение	Новое обозначение	$F_{\text{рез. осн.}}$, Гц	Полоса воспроизв. частот, Гц	Неравномерность АЧХ, дБ	R , Ом	Уровень чувствительности, дБ/Вт·м	$I_{\text{ас}}$, л
15ГД-11А	20ГДС-1-4(8)	110	200...5000	12 (10)	4 (8)	90	—
15ГД-11	20ГДС-4-8	120	200...5000	12 (10)	8	89	3
20ГД-1	20ГДС-2	450	630...8000	12	8	87,5	—
—	20ГДС-01	200	315...6300	12	8	88,5	—
25ГД-43	25ГДС-1	250	400...8000	8 (10)	8	92	—
30ГД-11	30ГДС-1	170	250...8300	12	8	92	—

Динамические головки устаревших типов высокочастотные

Старое обозначение	Новое обозначение	$F_{\text{рез. осн.}}$, Гц	Полоса воспроизв. частот, Гц	Неравномерность АЧХ, дБ	R , Ом	Уровень чувствительности, дБ/Вт·м	Q_{es}
1ГД-56	1ГДВ-1-8	3000	6300...16000	14 (12)	8	88	0,1
2ГД-36	6ГДВ-2-8 (3ГДВ-1-8)	2800-3000	3150...20000	16 (12)	8	90	0,16
3ГД-15(М)	—	270	1000...18000	15	6,5	92	—
3ГД-2	6ГДВ-1-16	4500	5000...18000	14 (16)	16	90 (92)	0,2
3ГД-31	5ГДВ-1-8	3000	2800...20000	16 (14)	8	90	0,4
3ГД-47	4ГДВ-1-8	3000	2000...20000	14 (12)	8	91	0,35
4ГД-56	6ГДВ-2	—	3000...20000	—	8	90	—
6ГД-13	6ГДВ-4-8	3000	3000...25000	14 (12)	8	92	0,9
10ГД-35	10ГДВ-2-16	3000	5000...25000	14 (12)	16	92	1
10ГИ-1-8	—	2000	2000...25000	10	—	90	0,4
—	10ГДВ-4-16	1000	5000...25000	14	16	94	—
—	10ГДВ-01	900	5000...35000	12	8	92	—
10ГД-20	10ГДВ1	900	5000...30000	12	8	92	—
20ГД-4	20ГДВ-1	550	5000...35000	12	8	90	—

Таблица 53

Динамические головки (широкополосные)

Старое обозначение	Новое обозначение	$F_{\text{рез, осн, Гц}}$	Полоса воспроизв. частот, Гц	Неравномерность АЧХ, дБ	$R, \text{ Ом}$	Уровень чувствительности, дБ/Вт·м	Полн. доброт., Q_{ts}
2А-9	—	40	40...1000	16	12	92	—
2А-11	—	35	35...3000	16	12	92	—
2А-12	—	40	40...3500	16	12	95	—
4А-28	—	60	70...14000	16	15	93	—
4А-30	—	60	60...12000	14	5	94	—
4А-32	—	40	40...16000	12	16	95	—
4А-36	—	80	80...10000	12	15	94	—
1ГД-4	—	100	100...10000	12	8	94	—
1ГД-37	2ГДШ-4-8	160	125...10000	14	8	92	3,5
1ГД-48	2ГДШ-2-8	120	100...10000	12	8	93 (94)	1,2
1ГД-50	1ГДШ-4-8	180	180...8000	12	8	90	—
1ГД-54	2ГДШ-3-8	125	125...10000	16	8	93	—
1ГД-55	1ГДШ-5-4	180	200...10000	16	4	90	—
2ГД-ВЭФ	—	90	80...7000	15	4,5	91	—
2ГД-3	—	80	70...10000	14	4,5	92	—
2ГД-4	—	80	70...10000	14	5	91	—

Продолжение табл. 53

Старое обозначение	Новое обозначение	$F_{\text{рез. осн.}}$, Гц	Полоса воспроизв. частот, Гц	Неравномерность АЧХ, дБ	R , Ом	Уровень чувствительности, дБ/Вт·м	Полн. доброт., Q_{ts}
2ГД-7	—	80	70...10000	15	4,5	91	—
2ГД-19	—	80	80...10000	15	4,5	90	—
2ГД-22	—	100	100...10000	15	12,5	90	—
2ГД-28	—	80	70...10000	15	4,5	90	—
2ГД-35	—	100	80...12000	15	4,5	90	—
2ГД-38	3ГДШ-1-8	100	100...12500	14 (12)	8	90	1,7
2ГД-40(А)	3ГДШ-2-4(8)	100 (140)	100...12500	14 (12)	4 (8)	92	1,7
—	3ГДШ-4-4(8)	100	100...12500	14	4 (8)	92	1,7
—	3ГДШ-7-4(8)	200	180...12500	14	4 (8)	90	2,4
3ГД-1РРЗ	—	120	120...5000	10	8	94	—
3ГД-2	—	80	80...6000	15	4,5	94	—
3ГД-7	—	90	80...7000	14	4,5	92	—
3ГД-9	—	80	80...7000	14	5	92	—
3ГД-16	—	80	80...8000	18	4,5	92	—
3ГД-28	—	80	80...8000	18	4,5	92	—
3ГД-32	6ГДШ-1-4	75	80...12500	12 (10)	4	92	1
3ГД-38Е	5ГДШ-1-4	80	80...12500	15	4	90	—

3ГД-40	5ГДШ-2-4	75	80...12500	14	4	90	—
3ГД-42	5ГДШ-3-8	100	100...12500	12	8	92,5	1,3
3ГД-45	5ГДШ-4-4	80	80...16000	16	4	90	2
4ГД-1	—	60	60...12000	14	4,5	92	—
4ГД-2	—	60	60...12000	14	5	92	—
4ГД-4	—	55	60...12000	10	8	93	—
4ГД-5	—	55	60...5000	10	8	94	—
4ГД-6	—	200	200...5000	10	8	90	—
4ГД-7	—	60	60...12000	15	4,5	92	—
4ГДЕ-8Е	4ГДШ-1-4	120	125...7100	16 (14)	4	93,5 (94)	2,5
—	4ГДШ-5-4	175	200...10000	14	4	90	1,1
4ГД-9	—	120	100...8000	18	4,5	92	—
4ГД-28	—	60	120...12000	15	4,5	90	—
4ГД-35	8ГДШ-1-4	65	63...12500	16	4	92	1,4
4ГД-36	—	60	63...12500	10	8	90	—
4ГД-43	—	80	63...5000	12	4	—	—
4ГД-53	5ГДШ-5-4	150 (130)	100...12500	14 (16)	4	92	1,3
5ГД-1РР3	—	65	80...10000	14	4,5	96	—
5ГД-3РР3	—	30	40...5000	12	10	94	—
5ГД-10	—	50	50...12000	15	4,5	94	—

Окончание табл. 53

Старое обозначение	Новое обозначение	$F_{\text{рез. осн.}}$, Гц	Полоса воспроизв. частот, Гц	Неравномерность АЧХ, дБ	R , Ом	Уровень чувствительности, дБ/Вт·м	Полн. доброт., Q_{ts}
5ГД-14	—	70	70...12000	14	4,5	92	—
5ГД-18	—	70	70...12000	15	4,5	92	—
5ГД-19	—	90	100...10000	18	4,5	92	—
5ГД-28	—	90	100...10000	18	4,5	92	—
6ГД-1PP3	—	48	60...6500	15	7	96	—
6ГД-2	—	30	40...5000	10	8	94	—
6ГД-3	—	85	100...10000	12	4	96	—
—	6ГДШ-3-4	140	160...12500	14	4	92	1,1
—	8ГДШ-2-4(8)	100	100...12500	16	4 (8)	91	2
8ГД-1PP3	—	55	40...7000	14	12	97	—
8ГД-1	—	30	40...1000	10	8	90	0,82
10ГД-17	—	50	40...8000	14	4,5	94	—
10ГД-18	—	50	50...8000	12	8	94	—
10ГД-28	—	40	40...6000	12	4,5	94	—
10ГД-36	10ГДШ-2-4	40	63...20000	16	4	87,5	1
10ГД-36К	10ГДШ-1-4	40	63...20000	16	4	90	0,8
15ГД-10	—	60	63...12500	12	15	92	—

27. Предохранители. Маркировка и справочные данные

Одним из элементов слаботочной защиты (которым не пренебрегают как «запасным вариантом» в выходных цепях источников питания и устройствах управления важного (специального) назначения) являются предохранители. При повышении уровня тока или напряжения в нагрузке выше предусмотренного, предохранители срабатывают, размыкая цепь питания «в обрыв» или представляя в этой цепи очень большое сопротивление току. Появление этих приборов как элементов электронных конструкций относится к тому же времени, когда «родились» все пассивные элементы.

Сегодня плавкие вставки предохранителей представляют собой сверхбыстродействующие конструкции для защиты от короткого замыкания силовых полупроводников, в частности, тиристоров, ГТО и диодов. Благодаря своим конструктивным особенностям эти элементы устойчивы к переменным нагрузкам. При соблюдении постоянных времени в цепи короткого замыкания плавкие вставки предохранителей применяются в цепях постоянного и переменного тока.

Разными производителями (в основном зарубежными) сегодня выпускается широкий спектр приборов-предохранителей на основе плавких вставок, что называется «на любой вкус и цвет». Благодаря характеристике сверхбыстродействия некоторые серии плавких предохранителей, например фирмы *Sitron* (3NE3.2, 3NE3.3, 3NE4.1, 3NE8.0, 3NE8.7) обладают классом защиты aR (защита полупроводников при токах определенной кратности). Серия 3NE на номинальные токи 16–630 А имеет уже класс защиты gR (защита полупроводников при токах любой кратности). Такие предохранители применимы как для защиты проводов (защита от перегрузки и короткого замыкания), так и для защиты полупроводниковых элементов, микросхем стабилизаторов,

усилителей радиопередатчиков. Их перегрузочная характеристика согласуется с условиями работы промежуточных звеньев преобразователей напряжения (U -преобразователей). Ни один электронный узел, будь то силовой агрегат или источник питания не обходится без предохранителя — элемента защиты от пожара и удара электрическим током. Характеристики некоторых популярных типов предохранителей, сведенные в таблицы и представленные ниже, помогут радиолюбителю и специалисту легко подбирать аналоговые замены предохранителей в случае ремонта и окажут практическую помощь в конструировании радиоэлектронной техники.

В табл. 54–60 собран справочный материал по отечественным и зарубежным предохранителям, активно используемым в устройствах современной радиоэлектронной промышленности.

Приборы отечественного производства

Таблица 54

Предохранители с плавкими вставками отечественного производства до 10 А

Наименование	Предельный ток, А	Наименование	Предельный ток, А	Наименование	Предельный ток, А
ВП1-1	0,25...5	ВП4-8	0,1	ВПБ6-2	0,25
ВП1-2	0,25...5	ВП4-9	0,16	ВПБ6-10	2
ВП2Б-1В	0,25...8	ВП4-10	0,2	ВПБ6-11	3,15
ВП3Б-1В	1...8	ВП4-11	0,25	ВПБ6-12	4
ВП3Т-2Ш	3,15...10	ВП4-12	0,315	ВПБ6-13	5
ВП4-1	0,5	ВП4-13	0,4	ВПБ6-23	2
ВП4-2	0,75	ВП4-14	1,25	ВПБ6-24	3,15
ВП4-3	1	ВП4-15	1,6	ВПБ6-25	4
ВП4-4	2	ВП4-16	5	ВПБ6-26	5
ВП4-5	3,15	ВП4-17	0,63	ВПБ6-36	2
ВП4-6	3,5	ВП4-18	2,5	ВПБ6-37	3,15
ВП4-7	4	ВПБ6-1	0,16	ВПБ6-38	4

Окончание табл. 54

Наименование	Предельный ток, А	Наименование	Предельный ток, А	Наименование	Предельный ток, А
ВПБ6-39	5	ПЦ-30	1...5	ВРТ6-11	3,5
ВПБ6-40	6,3	ВРТ6-1	0,16	ВРТ6-13	5
ВПБ6-41	8	ВРТ6-2	0,25	ВРТ6-15	0,25
ВПБ6-42	10	ВРТ6-3	0,315	ВРТ6-18	0,5
ВПБ6-5	0,5	ВРТ6-4	0,4	ВРТ6-19	2
ВПБ6-7	1	ВРТ6-5	0,5	ВРТ6-20	1
ВРМ2-М1	0,1...0,5	ВРТ6-6	0,63	ВРТ6-26	5
ВТФ-6	6	ВРТ6-7	1	ВРТ6-28	0,25
ВТФ-10	10	ВРТ6-8	1,25	ВРТ6-31	0,5
ПК-30	0,15...2	ВРТ6-9	1,6	ВРТ6-33	1
ПК-45	0,15...5	ВРТ6-10	2	ПВД-1	4/6,3

Таблица 55

**Предохранители отечественного производства,
рассчитанные на рабочий ток свыше 15 А**

Наименование	Предельный ток, А
ПВД-2	16/25
ППН-35	35
ДВП4-2	12/16
ДВП4-2В	25
ПН2-100	31,5/40/50/63/80/100
ПН2-250	80/100/125/160/200/250
ПН2-400	250/315/355/400
ПН2-630	315/500/630
ПНБ-5М 380/400	250
ПР-2/220 В	60
ПРС-25-10	10
ПРС-25-16	16
ПРС-25-20	25

Приборы зарубежного производства. Кроме плавких предохранителей, принцип действия которых основан на перегорании легкоплавного проводника при превышении расчетного тока, различают термопредохранители, которые разрывают электрическую цепь при превышении температуры нагрева их корпуса (которая пропорционально прохождению в цепи тока). По сравнению с плавкими, термопредохранители еще более инертны и их применение в электронных приборах весьма специфично, однако некоторые типы термопредохранителей могут конкурировать по эффективности с плавкими вставками (особенно при больших токах в цепи).

Главное достоинство термопредохранителей — почти все их типы рассчитаны на многократное использование и универсальны по своей природе. По габаритам (месту занимаемому в корпусе устройства) термопредохранители также дадут фору плавким вставкам, рассчитанным на большой ток — термопредохранители компактны (имеют габариты не больше корпусов транзисторов П702, КТ908, КТ933 в металлостеклянном исполнении — до 26 мм в диаметре) и рассчитаны на применение в электрических цепях с напряжением 220/380 В, что представляет многоплановые возможности для их применения вместо плавких вставок.

Термостаты (в отличие от термопредохранителей) рассчитаны в основном на переменный род тока и резко уменьшают свое сопротивление по достижении расчетной температуры нагрева.

Справочные данные в табл. 56—57.

Таблица 56

**Термопредохранители зарубежного производства серии RY01
(рабочее переменное напряжение 250 В, рабочий ток 15 А)**

Наименование	Температура срабатывания $T(f\text{-off})$, °C	Рабочая температура T_c , °C	Максимальная температура окр. среды T_m , °C
RY01-55	52±2	35	120
RY01-65	63+1/−3	40	120

Продолжение табл. 56

Наименование	Температура срабатывания $T(f\text{-off})$, °C	Рабочая температура T_c , °C	Максимальная температура окр. среды T_m , °C
RY01-70	68+2/−3	45	120
RY01-76	73+2/−3	45	120
RY01-80	78+2/−3	55	150
RY01-85	80±2	55	150
RY01-92	90±2	65	150
RY01-96	94±2	65	150
RY01-100	97+2/−3	65	150
RY01-105	100+4/−2	70	150
RY01-110	106±2	75	150
RY01-113	110+2/−3	80	150
RY01-115	110±3	80	150
RY01-121	119+2/−3	90	180
RY01-123	120+2/−3	90	180
RY01-125	120+3/−2	90	180
RY01-128	124±3	90	180
RY01-130	127±3	100	180
RY01-133	130±3	100	180
RY01-135	130±3	100	180
RY01-139	137±2	105	180
RY01-142	140+2/−3	112	180
RY01-145	140+2/−3	112	180
RY01-152	149±3	115	200
RY01-155	152±3	115	200
RY01-165	162±3	135	200
RY01-167	162±3	135	200
RY01-169	165+2/−3	135	200
RY01-172	170±2	140	200
RY01-180	177±3	150	220
RY01-185	182±2	150	220

Окончание табл. 56

Наименование	Температура срабатывания $T(f-off)$, °C	Рабочая температура T_s , °C	Максимальная температура окр. среды T_m , °C
RY01-192	190+2/–5	165	220
RY01-195	190+2/–5	165	220
RY01-200	195±5	165	250
RY01-210	205±5	170	250
RY01-216	210±5	175	250
RY01-225	220+2/–5	180	260
RY01-230	225±3	195	260
RY01-235	230±4	195	260
RY01-240	235±3	200	260
RY01-245	240±5	200	280
RY01-250	245±5	200	280
RY01-255	250±5	200	280
RY01-260	255±5	205	300
RY01-320	310+5/–10	250	300

Таблица 57

Термостаты серии KSDI (RSW-9700)
(рабочее переменное напряжение 250 В, рабочий ток 15 А)

Наименование	Температура срабатывания $T(off)$, °C	Температура восстановления $T(on)$, °C
KSDI-80	80±5	55±10
KSDI-85	85±5	60±10
KSDI-90	90±5	65±10
KSDI-95	95±5	70±10
KSDI-100	100±5	75±10
KSDI-105	105±5	80±10
KSDI-110	110±5	80±10
KSDI-115	115±5	80±10
KSDI-120	120±5	80±10

Окончание табл. 57

Наименование	Температура срабатывания $T(\text{off})$, °C	Температура восстановления $T(\text{on})$, °C
KSDI-125	125 ± 5	80 ± 10
KSDI-130	130 ± 5	90 ± 15
KSDI-135	135 ± 5	90 ± 15
KSDI-140	140 ± 5	90 ± 15
KSDI-145	145 ± 5	90 ± 15
KSDI-150	150 ± 5	90 ± 15

Таблица 58

Термостаты серии KSD
(рабочее переменное напряжение 250 В, рабочий ток 10 А)

Наименование	Температура срабатывания $T(\text{off})$, °C	Температура восстановления $T(\text{on})$, °C
KSD-48	48 ± 3	35 ± 8
KSD-55	55 ± 3	40 ± 8
KSD-58	58 ± 3	42 ± 8
KSD-60	60 ± 3	45 ± 5
KSD-65	65 ± 3	48 ± 5
KSD-70	70 ± 3	55 ± 5
KSD-75	75 ± 3	55 ± 7
KSD-80	80 ± 3	60 ± 7
KSD-85	85 ± 3	65 ± 7
KSD-90	90 ± 3	70 ± 10
KSD-95	95 ± 3	70 ± 10
KSD-100	100 ± 3	70 ± 10
KSD-105	105 ± 3	80 ± 10
KSD-110	110 ± 3	85 ± 10
KSD-115	115 ± 5	85 ± 15
KSD-120	120 ± 5	90 ± 15
KSD-125	125 ± 5	95 ± 10
KSD-130	130 ± 5	95 ± 10

Окончание табл. 58

Наименование	Температура срабатывания $T(\text{off})$, °C	Температура восстановления $T(\text{on})$, °C
KSD-135	135 ± 5	100 ± 10
KSD-140	140 ± 5	110 ± 10
KSD-145	145 ± 5	110 ± 10
KSD-150	150 ± 7	120 ± 10
KSD-155	155 ± 7	120 ± 10
KSD-160	160 ± 10	130 ± 15
KSD-165	165 ± 10	130 ± 15
KSD-170	170 ± 10	130 ± 15
KSD-175	175 ± 10	140 ± 15
KSD-180	180 ± 10	140 ± 15

Самовосстанавливающиеся предохранители фирм *Bourns* и *Raychem*. Наибольшее внимание заслуживают самовосстанавливающиеся предохранители, популярные в современных радио- и бытовых устройствах широкого назначения.

Они позволяют (кроме прочих достоинств) даже некоторым образом сэкономить на покупке новых (дополнительных, запасных) предохранителей с плавкими вставками, которые по сравнению с самовосстанавливающимися, кажутся уже историческим анахронизмом. Как часто случается в последние десятилетия, отечественная промышленность (имеется в виду географическая территория стран бывшего СССР) не смогла наладить собственное производство (или в этом нет уже необходимости) и, как следствие, применять и рассматривать самовосстанавливающиеся предохранители приходится на примере импортных образцов.

Что важно в данном аспекте?

Нельзя путать самовосстанавливающиеся предохранители с быстро восстанавливающимися силовыми диодами отечественного производства (типа ДЧ-х,

ДЧЛ-х) — это все же вещи разные и по назначению и по электрическим характеристикам.

Самовосстанавливающиеся предохранители, как правило, рассчитаны на относительно небольшой ток в электрической цепи, до 1 А (хотя некоторые типы рассчитаны и на несколько больший ток — см. табл. 59). Одним из основных параметров самовосстанавливающихся предохранителей является зависимость времени срабатывания предохранителя от величины тока в цепи (обычно замеряемая при комнатной температуре 20 °С).

Само по себе ограничение спектра использования приборов в электрических цепях с током до 1...2 А, оставляет им, казалось бы, шансы только на участие в «смешных пионерских самоделках», но это только на первый взгляд. Практически самовосстанавливающиеся предохранители применяются в выходных цепях стабилизаторов питания, аудио-, видео- бытовой техники, автомобильной аудиоаппаратуре, выключателях освещения различного назначения, охранных датчиках, системах, в телефонии и в радиосвязи. То есть спектр их применения на практике огромен (и это косвенно подтверждается тем, что известные фирмы обеспечивают выпуск данных элементов на протяжении нескольких лет). Но, ради справедливости, надо заметить, что этот тип предохранителей теоретически не может участвовать разве что в высоковольтных и силовых узлах питания и коммутации, где ток в цепи может быть и 10 и 200 А. На это существуют другие виды предохранителей, в том числе слаботочные плавкие вставки, и автоматические выключатели с функцией восстановления (автоматы) — об этом выше.

Самовосстанавливающиеся предохранители занимают свою нишу в радиоэлектронике и на сегодняшний день не уступают ее никому по скорости срабатывания, функциональности, универсальности, самодостаточности и даже стоимости — цена в розницу самовосстанавливающегося предохранителя, например, типа MF-R040

не превышает две цены плавкого предохранителя на аналогичный ток 400...500 мА.

Внешний вид, как уже было отмечено, позволяет применять эти элементы практически в любой конструкции — они напоминают отечественные конденсаторы типа КМ-6. Ресурс их работы практически неограничен. Максимальное напряжение $U_{\max} = 250 \text{ В}$ (что позволяет применять самовосстанавливающиеся предохранители в источниках питания, в том числе в цепи питания первичной обмотки понижающего трансформатора при переменном роде тока).

Рассеиваемая мощность при температуре $+20^\circ\text{C}$ до 1 Вт. Диапазон рабочей температуры $-40...+85^\circ\text{C}$. Эти электрические параметры прикрепляют некоторый шаблон универсальности к вопросу применения самовосстанавливающихся предохранителей.

Определенным минусом можно назвать минимальное внутреннее сопротивление самовосстанавливающихся предохранителей (оно может быть от долей Ома до нескольких единиц и даже десятков Ом — в зависимости от типа — см. табл. 60). Это накладывает ограничения на использование данных типов приборов в силовых цепях радиоэлектроники (как уже было замечено), но в устройствах и узлах малой мощности самовосстанавливающиеся предохранители практически не имеют конкурентов.

Таблица 59

Самовосстанавливающиеся предохранители фирмы *Bourns*

Наименование	Ток срабатывания, А	Наименование	Ток срабатывания, А
FUSE PTC MF-R010	0,1	FUSE PTC MF-R030	0,3
FUSE PTC MF-R017	0,17	FUSE PTC MF-R040	0,4
FUSE PTC MF-R020	0,2	FUSE PTC MF-R050	0,5
FUSE PTC MF-R025	0,25	FUSE PTC MF-R090	0,9

Окончание табл. 59

Наименование	Ток срабатывания, А	Наименование	Ток срабатывания, А
FUSE PTC MF-R135	1,35	FUSE PTC MF-RX-185	1,85
FUSE PTC MF-RX110	1,1		

Примечание. Система обозначений самовосстанавливающихся предохранителей фирмы *Bourns* подразумевает название серии «MF-R (MF-RX)» и ток срабатывания, например, цифры «010» обозначают 0,1 А и далее по аналогии.

Таблица 60

**Самовосстанавливающиеся предохранители PolySwitch
фирмы *Rauchet* для применения в телекоммуникационной
аппаратуре связи (и в других подходящих случаях)**

Корпус прибора типа Т2, Т3 внешне напоминает дисковый неполярный конденсатор с размерами, например, 7,4×3,1×12,7 мм (соответственно длина, ширина и высота).

Наименование	Максим. пропускательный ток, I_n , А	Миним. ток срабатывания I_t , А	Максимальный ток I_{max} , А	Время срабатывания, с	Сопротивление R_{min}/R_{max} , Ом
TR250-080T	0,08	0,16	3	3	15/22
TR250-080U	0,08	0,16	3	3	14/20
TR250-110U	0,11	0,22	3	0,75	5/9
TR250-120	0,12	0,24	3	1,5	4/8
TR250-120T	0,12	0,24	3	0,7	7/12
TR250-120T-RA	0,12	0,24	3	0,9	7/9
TR250-120T-RC	0,13	0,26	3	0,85	5,4/7,5
TR250-120T-RF	0,12	0,24	3	0,7	6/10,5
TR250-120T-R1	0,12	0,24	3	0,8	6/9
TR250-120T-R2	0,12	0,24	3	0,7	8/10,5
TR250-120U	0,12	0,24	3	1	6/10
TR250-120UT	0,12	0,24	3	0,9	7/12

Окончание табл. 60

Наименование	Максим. пропускательный ток, I_H , А	Миним. ток срабатывания I_L , А	Максимальный ток I_{max} , А	Время срабатывания, с	Сопротивление R_{min}/R_{max} , Ом
TR250-145	0,145	0,29	3	2,5	3/6
TR250-145-RA	0,145	0,29	3	2,5	3/5,5
TR250-145-RB	0,145	0,29	3	2	4,5/6
TR250-145T	0,145	0,29	3	0,85	5,4/7,5
TR250-145U	0,145	0,29	3	2	3,5/6,5
TR250-180U	0,18	0,5	10	15	0,8/2

28. Популярны́е отече́ственные диоды, стабилитроны и стабисторы. Справочные данные

Радиолюбители в повседневной практике часто применяют дискретные полупроводниковые элементы — диоды, стабилитроны и стабисторы.

Для того чтобы правильно подобрать электронный компонент, произвести замену неисправной детали или рассчитать параметры электрической схемы требуется знание электрических параметров, обозначений и маркировки полупроводниковых приборов. Все эти сведения можно найти в специализированных справочниках. Однако удобнее работать, когда все необходимые справочные данные скомпонованы вместе, находятся «перед глазами» и нет необходимости обрабатывать несколько источников информации.

В подборку справочных данных, состоящую из табл. 61–66, сведены электрические параметры и особенности маркировки наиболее популярных полупроводниковых приборов. Эти данные подготовлены автором благодаря многолетнему опыту работы с полупроводниковыми приборами.

Таблица 61

Предельные значения эксплуатации отечественных стабилизаторов и стабилизаторов

Тип прибора	Предельные значения параметров при $T = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$			Значения параметров при $T = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$						$T_{\text{к, max}}$ ($T_{\text{п}}$), $^{\circ}\text{C}$
	$U_{\text{СТ. ном,}}$ В	$I_{\text{СТ. ном,}}$ мА	$P_{\text{max,}}$ mВт	$U_{\text{СТ}}$		$r_{\text{СТ}}$ Ом	$a_{\text{СТ}} \times 10^{-2}$ %/°C	$I_{\text{СТ}}$		
				min, В	max, В			min, мА	max, мА	
Д815А	5,6	1000	8000	5,0	6,2	1,0	4,5	50	1400	125
Д815Б	6,8	1000	8000	6,1	7,5	1,2	6,0	50	1150	125
Д815В	8,2	1000	8000	7,4	9,1	1,5	9,0	50	950	125
Д815Г	10,0	500	8000	9,0	11	1,8	8,0	25	800	125
Д815Д	12,0	500	8000	10,8	13,3	2,0	9,0	25	650	125
Д815Е	15,0	500	8000	13,3	16,4	2,5	10,0	25	550	125
Д815Ж	18,0	500	8000	16,2	19,8	3,0	11,0	25	450	125
Д815И	4,7	1000	8000	4,2	5,2	0,8	14,0	50	1400	125
Д816А	22,0	150	5000	19,6	24,2	7,0	12,0	10	230	125
Д816Б	27,0	150	5000	24,2	29,5	8,0	12,0	10	180	125
Д816В	33,0	150	5000	29,5	36	10	12,0	10	150	125
Д816Г	36,0	150	5000	35,0	43	12	12,0	10	130	125
Д816Д	47,0	150	5000	42,5	51,5	15	12,0	10	110	125
Д817А	56,0	50,0	5000	50,5	51,5	35	14,0	5,0	90	125

Продолжение табл. 61

Тип прибора	Предельные значения параметров при $T = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$			Значения параметров при $T = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$						$T_{\text{к, max}}$ ($T_{\text{п}}$), $^{\circ}\text{C}$
	$U_{\text{СТ, ном}}$, В	$I_{\text{СТ, ном}}$, мА	P_{max} , мВт	$U_{\text{СТ}}$		$r_{\text{СТ}}$ Ом	$a_{\text{СТ}} \times 10^{-2}$ %/ $^{\circ}\text{C}$	$I_{\text{СТ}}$		
				min, В	max, В			min, мА	max, мА	
Д817Б	68,0	50,0	5000	61,0	75	40	14,0	5,0	75	125
Д817В	82,0	50,0	5000	74,0	90	45	14,0	5,0	60	125
Д817Г	100,0	50,0	5000	90,0	110	50	14,0	5,0	50	125
КС406А	8,2	15,0	500	7,7	8,7	6,5	9,0	0,5	35	85
КС406Б	10,0	12,0	500	9,4	10,6	8,5	11,0	0,25	28	85
2С411А	8,0	5,0	340	7,0	8,5	6,0	7,0	3,0	40	125
2С411Б	9,0	5,0	340	8	9,5	10	8,0	3,0	36	125
КС407А	3,3	10,0	500	3,1	3,5	28	−8,0	1,0	100	85
КС407Б	3,9	20,0	500	3,7	4,1	23	−7,0	1,0	83	85
КС407В	4,7	20,0	500	4,4	5	19	−3,0	1,0	68	85
КС407Г	5,1	20,0	500	4,8	5,4	17	±2,0	1,0	59	85
КС407Д	6,8	18,0	500	6,4	7,2	4,5	5,0	1,0	42	85
КС409А	5,6	5,0	400	5,3	5,9	20	2...4	1,0	48	85
КС412А	6,2	5,0	400	5,8	6,6	10	−1...6	1,0	55	125
КС433А	3,3	60,0	1000	2,97	3,63	25	−10,0	3,0	229	125

2C433A	3,3	60,0	1000	2,97	3,63	14	−10,0	3,0	229	125
KC439A	3,9	51,0	1000	3,51	4,29	25	−10,0	3,0	212	125
2C439A	3,9	51,0	1000	3,51	4,29	12	−10,0	3,0	212	125
KC447A	4,7	43,0	1000	4,23	5,17	18	−8...3	3,0	190	125
2C447A	4,7	43,0	1000	4,23	5,17	10	−8...3	3,0	190	125
KC456A	5,6	36,0	1000	5,04	6,16	7,0	5,0	3,0	167	125
2C456A	5,6	36,0	1000	5,04	6,16	7,0	5,0	3,0	167	125
KC468A	6,8	30,0	1000	6,12	7,48	5,0	6,5	3,0	119	125
2C468A	6,8	29,0	1000	6,12	7,48	5,0	6,5	3,0	142	125
KC482A	8,2	5,0	1000	7,4	9,0	25	8,0	1,0	96	125
2C482A	8,2	5,0	1000	7,4	9,0	25	8,0	1,0	96	125
KC508A	12,0	10,5	500	11,4	12,7	11	11,0	0,25	23	85
KC508Б	15,0	10,5	500	13,8	15,6	16	11,0	0,25	18	85
KC508B	16,0	7,8	500	15,3	17,1	17	11,0	0,25	17	85
KC508Г	18,0	7,0	500	16,8	19,1	21	11,0	0,25	15	85
KC508Д	24,0	5,2	500	22,8	25,6	33	12,0	0,25	11	85
KC509A	15,0	15,0	1300	13,8	15,6	15	9,0	0,5	42	85
KC509Б	18,0	15,0	1300	18,6	19,1	20	9,0	0,5	35	85
KC509B	20,0	10,0	1300	18,8	21,2	24	9,0	0,5	31	85
KC510A	10,0	5,0	1000	9,0	11	25	10,0	1,0	79	125

Тип прибора	Предельные значения параметров при $T = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$			Значения параметров при $T = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$						$T_{\text{К, max}}$ $(T_{\text{П}})$, $^{\circ}\text{C}$
	$U_{\text{СТ, ном,}}$ В	$I_{\text{СТ, ном,}}$ мА	$P_{\text{max,}}$ мВт	$U_{\text{СТ}}$		$r_{\text{СТ}}$ Ом	$a_{\text{СТ}} \times 10^{-2}$ %/°C	$I_{\text{СТ}}$		
				min, В	max, В			min, мА	max, мА	
2C510A	10,0	5,0	1000	9,0	11	25	10,0	1,0	79	125
KC512A	12,0	5,0	1000	10,8	13,2	25	10,0	1,0	67	125
2C512A	12,0	5,0	1000	10,8	13,2	25	10,0	1,0	67	125
KC515A	15,0	5,0	1000	13,5	16,5	25	10,0	1,0	53	125
2C515A	15,0	5,0	1000	13,5	16,5	25	10,0	1,0	53	125
2C516A	10,0	5,0	340	9,0	10,5	12	9,0	3,0	32	125
2C516Б	11,0	5,0	340	10	12	15	9,5	3,0	29	125
2C516В	13,0	5,0	340	11,5	14	18	9,5	3,0	24	125
KC518A	18,0	5,0	1000	16,2	19,8	25	10,0	1,0	45	125
2C518A	18,0	5,0	1000	16,2	19,8	25	10,0	1,0	45	125
KC522A	22,0	5,0	1000	19,8	24,2	25	10,0	1,0	37	125
2C522A	22,0	5,0	1000	19,8	24,2	25	10,0	1,0	37	125
2C522A5	22,0	5,0	1000	19,8	24,2	25	—	1,0	37	125
KC524A	24,0	5,0	1000	22,8	25,2	30	10,0	1,0	33	125
2C524A	24,0	5,0	1000	22,8	25,2	30	10,0	1,0	33	125

KC527A	27,0	5,0	1000	24,3	29,7	40	10,0	1,0	30	125
2C527A	27,0	5,0	1000	24,3	29,7	40	10,0	1,0	30	125
2C530A	30,0	5,0	1000	28,5	31,5	45	10,0	1,0	27	125
KC533A	33,0	5,0	640	30	36	40	10,0	3,0	17	125
2C536A	36,0	5,0	1000	34,2	37,8	50	10,0	1,0	23	125
KC551A	51,0	1,5	1000	48	54	200	12,0	1,0	14,6	125
2C551A	51,0	1,5	1000	48	54	200	12,0	1,0	14,6	125
KC591A	91,0	1,5	1000	86	96	400	12,0	1,0	8,8	125
2C591A	91,0	1,5	1000	86	96	400	12,0	1,0	8,8	125
KC600A	100	1,5	1000	95	105	450	12,0	1,0	8,1	125
2C600A	100	1,5	1000	95	105	450	12,0	1,0	8,1	125
KC620A	120	50,0	5000	108	132	150	20,0	5,0	42	125
KC630A	130	50,0	5000	117	143	180	20,0	5,0	38	125
KC650A	150	25,0	5000	136	164	270	20,0	2,5	33	125
KC680A	180	25,0	5000	162	198	330	20,0	2,5	28	125
2C920A	120	50,0	5000	108	132	100	16,0	5,0	42	125
2C930A	130	50,0	5000	117	143	120	16,0	5,0	38	125
2C950A	150	25,0	5000	136	164	170	16,0	2,5	33	125
2C980A	180	25,0	5000	162	198	220	16,0	2,5	28	125

Таблица 62

Предельные значения других отечественных стабилитронов (продолжение)

Тип прибора	$U_{\text{проб. ном.}}$, В	$I_{\text{проб. т.}}$, мА	$P_{\text{огри. max}}$ ($t_{\text{и}}=1$ мС), кВт	Значения параметров при $T=25^{\circ}\text{C}$						$T_{\text{к. max}}$ ($T_{\text{п}}$), $^{\circ}\text{C}$
				$U_{\text{проб}}$		$U_{\text{огри.}}$, В	$I_{\text{огри. max.}}$, А	$U_{\text{обр. max.}}$, В	$I_{\text{обр.}}$, мкА	
				min, В	max, В					
2С401А	6,8	10	1,5	6,1	7,5	10,8	139	5,5	1000	125
2С401БС	7,5	10	1,5	6,8	8,2	11,7	128	6	1000	125
2С408А	6,2	1	1,5	5,89	6,51	8,5	130	5	300	125
КС410АС	8,2	10	1,5	7,79	8,61	12,1	124	7	200	125
2С414А	3,9	10	1,5	3,5	4,3	8,5	200	2,4	800	125
2С501А	15	1	1,5	13,5	16,5	22	68	12	5	125
2С501АС	15	1	1,5	13,5	16,5	22	68	12	5	125
2С501Б	30	1	1,5	27	33	43,5	34,5	24	5	125
2С501БС	30	1	1,5	27	331	43,5	34,5	24	5	125
2С503АС	12	1	1,5	10,8	13,2	17	87	9	5	125
2С503БС	33	1	1,5	29,7	36,3	47	31,5	26	5	125
2С503ВС	39	1	1,5	35,1	42,9	56	26,5	31	5	125
КС511А	15	1	1,5	14,3	15,8	21,2	71	12,8	5	85
КС511Б	75	1	1,5	71,3	78,8	103	14,6	—	5	85

2C514A	62	1	1,5	58,9	65,1	80	17,7	53	5	125
2C514A1	62	1	1,5	55,8	68,2	89	16,9	50,2	5	125
2C514Б	68	1	1,5	64,6	71,4	85	16,3	58,1	5	125
2C514Б1	68	1	1,5	61,2	74,8	98	15,3	55,1	5	125
2C514В	82	1	1,5	77,9	86,1	100	13,3	70,1	5	125
2C514В1	82	1	1,5	73,8	90,2	118	12,7	66,4	5	125
2C602A	110	1	1,5	105	116	135	9,9	94	5	125
2C602A1	110	1	1,5	99	121	158	9,5	89,2	5	125
2C801A	33	40	4	29,7	36,3	47	104	26,8	5	125
2C802A	16	70	5	15,2	16,8	21	222	13,6	5	125
2C802A1	16	70	5	14,4	17,6	23,5	212	12,9	5	125
2C802Б	26	30	5	34,2	37,8	46	96	30,8	5	125
2C802Б1	36	30	5	32,4	39,6	52	100	29,1	5	125

Таблица 63

Предельные значения эксплуатации отечественных стабилитронов и стабисторов
(продолжение, начало в табл. 61–62)

Тип прибора	Предельные значения параметров при $T = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$			Значения параметров при $T = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$						$T_{\text{к,max}}$ ($T_{\text{п}}$), $^{\circ}\text{C}$
	$U_{\text{СТ.НОМ}}$, В	$I_{\text{СТ.НОМ}}$, мА	P_{max} , мВт	$U_{\text{СТ}}$		$r_{\text{СТ}}$ Ом	$a_{\text{СТ}} \times 10^{-2}$ %/°C	$I_{\text{СТ}}$		
				min, В	max, В			min, мА	max, мА	
Д219С	0,57	1,0	—	—	—	—	—	—	50	120
Д220С	0,59	1,0	—	—	—	—	—	—	50	120
Д223С	0,59	1,0	—	—	—	—	—	—	50	120
Д808	8,0	5,0	280	7,0	8,5	6,0	7,0	3,0	33	125
Д809	9,0	5,0	280	8,0	9,5	10	8,0	3,0	29	125
Д810	10,0	5,0	280	9,0	10,5	12	9,0	3,0	26	125
Д811	11,0	5,0	280	10,0	12	15	9,5	3,0	23	125
Д813	13,0	5,0	280	11,5	14	18	9,5	3,0	20	125
Д814А	8,0	5,0	340	7,0	8,5	6,0	7,0	3,0	40	125
Д814А1	8,0	5,0	340	7,0	8,5	6,0	7,0	3,0	40	125
Д814Б	9,0	5,0	340	8,0	9,5	10	8,0	3,0	36	125
Д814Б1	9,0	5,0	340	8,0	9,5	10	8,0	3,0	36	125
Д814В	10,0	5,0	340	9,0	10,5	12	9,0	3,0	32	125

Д814В1	10,0	5,0	340	9,0	10,5	12	9,0	3,0	32	125
Д814Г	11,0	5,0	340	10,0	12	15	9,5	3,0	29	125
Д814Г1	11,0	5,0	340	10,0	12	15	9,5	3,0	29	125
Д814Д	13,0	5,0	340	11,5	14	18	9,5	3,0	24	125
Д814Д1	13,0	5,0	340	11,6	14	18	9,5	3,0	24	125
2С102А	5,1	20,0	300	4,84	5,36	17	$\pm 1,0$	3,0	58	125
КС107А	0,7	10,0	125	0,63	0,77	7,0	−34	1,0	100	125
2С107А	0,7	10,0	125	0,63	0,77	7,0	−34	1,0	100	125
2С111А	6,2	10,0	150	5,66	6,76	35	−6,0	3,0	22	125
2С111Б	6,8	10,0	150	6,24	7,38	28	$\pm 5,0$	3,0	20	125
2С111В	7,0	10,0	150	6,43	7,59	18	$\pm 1,0$	3,0	20	125
2С112А	7,5	5,0	150	6,82	8,21	16	$\pm 4,0$	3,0	18	125
2С112Б	8,2	5,0	150	7,49	8,95	14	4	3,0	17	125
2С112В	9,1	5,0	150	8,25	9,98	18	6	3,0	15	125
КС113А	1,3	10,0	200	1,17	1,43	12	−42	1,0	100	125
2С113А	1,3	10,0	200	1,17	1,43	12	−42	1,0	100	125
КС119А	1,9	10,0	200	1,72	2,1	15	−42	1,0	100	125
2С119А	1,9	10,0	200	1,72	2,1	15	−42	1,0	100	125
2С124Д1	2,4	3,0	50	2,2	2,6	180	−7,5	0,25	20,8	125
2С127А1	2,7	3,0	50	2,43	2,97	180	−20	1,0	6	85

Продолжение табл. 63

Тип прибора	Предельные значения параметров при $T = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$			Значения параметров при $T = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$						$T_{\text{к, max}}$ $(T_{\text{п}})$, $^{\circ}\text{C}$
	$U_{\text{СТ, ном}}$, В	$I_{\text{СТ, ном}}$, мА	P_{max} , мВт	$U_{\text{СТ}}$		$r_{\text{СТ}}$ Ом	$a_{\text{СТ}} \times 10^{-2}$ %/°C	$I_{\text{СТ}}$		
				min, В	max, В			min, мА	max, мА	
2С127Д1	2,7	3,0	50	2,5	2,9	180	−7,5	0,25	18,5	125
КС130Д1	3,0	3,0	50	2,8	3,2	180	−7,5	0,25	16,7	125
2С130Д1	3,0	3,0	50	2,8	3,2	180	−7,5	0,25	16,7	125
КС133А	3,3	10,0	300	2,97	3,63	65	−11	3,0	81	125
КС133Г	3,3	5,0	125	3	3,6	150	−10	1,0	37,5	125
2С133А	3,3	10,0	300	2,97	3,63	65	−11	3,0	81	125
2С133Б	3,3	10,0	100	3	3,7	65	−10	3,0	30	125
2С133В	3,3	5,0	125	3,1	3,5	150	−10	1,0	37,5	125
2С133Г	3,3	5,0	125	3	3,6	150	−10	1,0	37,5	125
2С133Д1	3,3	3,0	50	3,1	3,5	180	−7,5	0,25	15,2	125
2С136Д1	3,6	3,0	50	3,4	3,8	180	−7,0	0,25	13,9	125
КС139А	3,9	10,0	300	3,51	4,29	60	−10	3,0	70	125
КС139Г	3,9	5,0	125	3,5	4,3	150	−10	1,0	32	125
2С139А	3,9	10,0	300	3,51	4,29	60	−10	3,0	70	125
2С139Б	3,9	10,0	100	3,5	4,3	60	−10	3,0	26	125

2C139Д1	3,9	3,0	50	3,7	4,1	180	−6,5	0,25	12,8	125
2C143Д1	4,3	3,0	50	4	4,6	180	−6,0	0,25	11,6	125
КC147А	4,7	10,0	300	4,23	5,17	56	−9...10	3,0	58	125
КC147Г	4,7	5,0	125	4,2	5,2	150	−7,0	1,0	26,5	125
2C147А	4,7	10,0	300	4,23	5,17	56	−9...10	3,0	58	125
2C147Б	4,7	10,0	100	4,1	5,2	56	−8...+2	3,0	21	125
2C147В	4,7	5,0	125	4,5	4,9	150	−7,0	1,0	26,5	125
12C147Г	4,7	5,0	125	4,2	5,2	150	−7,0	1,0	26,5	125
12C147У1	4,7	3,0	50	4,2	5,2	220	−8,0	1,0	10,6	125
12C147Т1	4,7	3,0	50	4,4	4,9	220	−8,0	1,0	10,6	125
2C147Т9	4,7	3,0	200	4,4	4,9	220	−8,0	1,0	38	125
2C151Т1	5,1	3,0	50	4,8	5,4	180	−6...3	1,0	10	125
КC156А	5,6	10,0	300	5,04	6,16	46	±5,0	3,0	55	125
КC156Г	5,6	5,0	125	5	6,2	100	7,0	1,0	22,4	125
2C156А	5,6	10,0	300	5,04	6,16	46	±5,0	3,0	55	125
2C156Б	5,6	10,0	100	5	6,4	45	−4...7	3,0	18	125
2C156В	5,6	5,0	125	5,3	5,9	100	5,0	1,0	22,4	125
2C156Г	5,6	5,0	125	5	6,2	100	7,0	1,0	22,4	125
2C156У1	5,6	3,0	50	5	6,2	160	−4...6	1,0	9	125
2C156Т1	5,6	3,0	50	5,3	5,9	160	−4...6	1,0	9	125

Продолжение табл. 63

Тип прибора	Предельные значения параметров при $T = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$			Значения параметров при $T = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$						$T_{\text{К, max}}$ $(T_{\text{п}})$, $^{\circ}\text{C}$
	$U_{\text{СТ, ном}}$, В	$I_{\text{СТ, ном}}$, мА	P_{max} , мВт	$U_{\text{СТ}}$		$r_{\text{СТ}}$ Ом	$a_{\text{СТ}} \times 10^{-2}$ %/ $^{\circ}\text{C}$	$I_{\text{СТ}}$		
				min, В	max, В			min, мА	max, мА	
2C156T9	5,6	3,0	200	5,3	5,9	160	−4...6	1,0	34	125
2C156Ф	5,6	5,0	125	5,3	5,9	30	4,0	1,0	20	125
KC162A	6,2	10,0	300	5,8	6,6	35	−6,0	3,0	50	100
KC162B	6,2	10,0	150	5,8	6,6	—	−6,0	3,0	22	100
2C162A	6,2	10,0	150	5,66	6,76	35	−6,0	3,0	22	125
2C162Б1	6,2	3,0	21	5,89	6,51	15	6,0	1,0	3,4	85
2C162B1	6,2	3,0	21	5,58	6,82	25	6,0	1,0	3,4	85
KC168A	6,8	10,0	300	6,12	7,48	7	±6,0	3,0	45	125
KC168B	6,8	10,0	150	6,3	7,3	28	±5,0	3,0	20	100
2C168A	6,8	10,0	300	6,12	7,48	28	±6,0	3,0	45	125
2C168Б	6,8	10,0	100	6	7,5	15	7,0	3,0	15	125
2C168B	6,8	10,0	150	6,24	7,38	28	±5,0	3,0	20	125
2C168K1	6,8	0,5	20	6,46	7,14	200	5,0	0,1	2,94	125
2C168K9	6,8	0,5	200	6,46	7,14	200	5,0	0,1	27	125
2C168X	6,8	0,5	20	6,5	7,1	200	5,0	0,5	3	125

KC170A	7,0	10,0	150	6,43	7,59	20	$\pm 1,0$	3,0	20	100
2C170A	7,0	10,0	150	6,43	7,59	18	$\pm 1,0$	3,0	20	125
KC175A	7,5	5,0	150	6,82	8,21	16	$\pm 4,0$	3,0	18	100
KC175Ж	7,5	0,5	125	7,1	7,9	40	7,0	0,5	17	125
KC175Ц	7,5	0,5	125	7,1	7,9	200	6,5	0,1	17	125
2C175A	7,5	5,0	150	6,82	8,21	16	$\pm 4,0$	3,0	18	125
2C175Ж	7,5	4,0	150	7,1	7,9	20	7,0	0,5	20	125
2C175K1	7,5	0,5	20	7,13	7,88	200	6,5	0,1	2,66	125
2C175X	7,5	0,5	20	7,1	7,9	200	6,5	0,1	2,65	125
2C175Ц	7,5	0,5	125	7,1	7,9	200	6,5	0,1	17	125
2C175Ц1	7,5	0,1	20	7,1	7,9	820	6,0	0,05	2,65	85
2C180A	8,0	5,0	125	7	8,5	8	7,0	3,0	15	125
KC182A	8,2	5,0	150	7,6	8,8	14	—	3,0	17	100
KC182Ж	8,2	4,0	125	7,4	9	40	8,0	0,5	15	125
KC182Ц	8,2	0,5	125	7,8	8,6	200	7,0	0,1	15	125
KC182Ц1	8,2	0,1	20	7,8	8,6	820	6,5	0,05	2,5	85
2C182A	8,2	5,0	150	7,49	8,95	14	4,0	3,0	17	125
2C182Ж	8,2	4,0	150	7,8	8,7	40	8,0	0,5	18	125
2C182K1	8,2	0,5	20	7,79	8,61	220	7,5	0,1	2,44	125
2C182X	8,2	0,5	20	7,8	8,6	200	7,5	0,5	2,5	125

Продолжение табл. 63

Тип прибора	Предельные значения параметров при $T = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$			Значения параметров при $T = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$						$T_{\text{К, max}}$ $(T_{\text{п}})$, $^{\circ}\text{C}$
	$U_{\text{СТ, ном}}$, В	$I_{\text{СТ, ном}}$, мА	P_{max} , мВт	$U_{\text{СТ}}$		$r_{\text{СТ}}$ Ом	$a_{\text{СТ}} \times 10^{-2}$ %/°C	$I_{\text{СТ}}$		
				min, В	max, В			min, мА	max, мА	
2С182Ц	8,2	0,5	125	7,8	8,6	200	7,0	0,1	15	125
2С190А	9,0	5,0	125	8	9,5	12	8,0	3,0	13	125
КС191А	9,1	5,0	150	8,5	9,7	18	—	3,0	15	100
КС191Ж	9,1	4,0	125	8,6	9,6	40	9,0	0,5	14	125
КС191Ц1	9,1	0,1	20	8,6	9,6	820	7,5	0,05	2,24	125
КС191Ц	9,1	0,5	125	8,6	9,6	200	8,0	0,1	14	125
2С191А	9,1	5,0	150	8,25	9,98	18	6,0	3,0	15	125
2С191Ж	9,1	4,0	125	8,6	9,6	40	9,0	0,5	16	125
2С191К1	9,1	0,5	20	8,65	9,56	220	8,0	0,1	2,2	125
2С191Х	9,1	0,5	20	8,6	9,6	200	8,0	0,5	2,24	125
2С191Ц	9,1	0,5	125	8,6	9,6	200	8,0	0,1	14	125
КС196А	9,6	5,0	200	9,1	10,1	18	—	3,0	20	125
КС196Б	9,6	5,0	200	9,1	10,1	18	—	3,0	20	125
КС196В	9,6	5,0	200	9,1	10,1	18	—	3,0	20	125
КС196Г	9,6	5,0	200	9,1	10,1	18	—	3,0	20	125

2С205А	10,0	5,0	150	9,12	10,9	22	6,0	3,0	13	125
КС210А	10,0	5,0	150	—	—	—	—	3,0	14	100
КС210Б	10,0	5,0	150	9,3	10,7	22	6,0	3,0	14	100
КС210Ж	10,0	4,0	125	9	11	40	9,0	0,5	13	125
КС210Ц	10,0	0,5	125	9,5	10,5	200	8,5	0,1	12,5	125
КС210Ц1	10,0	0,1	20	9,5	10,5	820	8,0	0,05	2	85
2С210А	10,0	5,0	125	9	10,5	15	9,0	3,0	11	125
2С210Б	10,0	5,0	150	9,5	10,5	22	6,0	3,0	14	125
2С210Ж	10,0	4,0	150	9,5	10,5	40	9,0	0,5	15	125
2С210К1	10,0	0,5	20	9,5	10,5	220	9,0	0,1	2	125
2С210К	10,0	0,5	20	9,5	10,5	200	9,0	0,5	2	125
2С210Ц	10,0	0,5	125	9,5	10,5	200	8,5	0,1	12,5	125
КС211Ж	11,0	4,0	125	10,4	11,6	40	9,2	0,5	12	85
КС211Ц	11,0	0,5	125	10,4	11,6	200	8,5	0,1	11,2	85
КС211Ц1	11,0	0,1	20	10,4	11,6	820	8,5	0,05	1,8	85
2С211А	11,0	5,0	125	10	12	19	9,5	3,0	10	125
2С211Ж	11,0	4,0	150	10,4	11,6	40	9,2	0,5	14	125
2С211И	11,0	5,0	150	10,5	11,5	23	7,0	3,0	13	125
2С211К1	11,0	0,5	20	10,5	11,5	200	9,5	0,1	1,8	125
2С211Х	11,0	0,5	20	10,4	11,6	200	9,5	0,5	1,8	125

Окончание табл. 63

Тип прибора	Предельные значения параметров при $T = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$			Значения параметров при $T = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$						$T_{\text{К, max}}$ $(T_{\text{п}})$, $^{\circ}\text{C}$
	$U_{\text{СТ. НОМ.}}$, В	$I_{\text{СТ. НОМ.}}$, мА	$P_{\text{max.}}$, мВт	$U_{\text{СТ}}$		$r_{\text{СТ}}$ Ом	$a_{\text{СТ}} \times 10^{-2}$ %/ $^{\circ}\text{C}$	$I_{\text{СТ}}$		
				min, В	max, В			min, мА	max, мА	
2С211Ц	11,0	0,5	125	10,4	11,6	200	8,5	0,1	11,2	125
КС212Ж	12,0	4,0	125	10,8	13,2	40	9,5	0,5	11	125
КС212Ц	12,0	0,5	125	11,4	12,6	200	8,5	0,1	10,6	125
КС212Ц1	12,0	0,1	20	11,4	12,6	820	8,5	0,05	1,7	125
2С212В	12,0	5,0	150	10,9	13,1	24	7,5	3,0	12	125
2С212Ж	12,0	4,0	150	11,4	12,6	40	9,5	0,5	13	125
2С212К1	12,0	0,5	20	11,4	12,6	200	9,5	0,1	1,7	125
2С212Ц	12,0	0,5	125	11,4	12,6	200	8,5	0,1	10,6	125
2С212Х	12,0	0,5	20	11,4	12,6	200	9,5	0,5	1,7	125
КС213А	13,0	5,0	150	—	—	—	—	3,0	10	125
КС213Б	13,0	5,0	150	12,1	13,9	25	8,0	3,0	10	125
КС213Ж	13,0	4,0	125	12,3	13,7	40	9,5	0,5	10	125
2С213А	13,0	5,0	125	11,5	14	22	9,5	3,0	9	125
2С213Б	13,0	5,0	150	11,9	14,2	25	7,5	3,0	10	125
2С213Ж	13,0	4,0	150	12,3	13,7	40	9,5	0,5	12	125

KC215Ж	15,0	2,0	125	13,5	16,5	70	10,0	0,5	8,3	125
2C215Ж	15,0	2,0	150	14,2	15,8	70	10,0	0,5	10	125
KC216Ж	16,0	2,0	125	15,2	16,8	70	10,0	0,5	7,8	125
2C216Ж	16,0	2,0	150	15,2	17	70	10,0	0,5	9,4	125
KC218Ж	18,0	2,0	125	16,2	19,8	70	10,0	0,5	6,9	125
2C218Ж	18,0	2,0	150	17	19	70	10,0	0,5	8,3	125
KC220Ж	20,0	2,0	125	19	21	70	10,0	0,5	6,2	125
2C220Ж	20,0	2,0	150	19	21	70	10,0	0,5	7,5	125
KC222Ж	22,0	2,0	125	19,8	24,2	70	10,0	0,5	5,7	125
2C222Ж	22,0	2,0	150	20,9	23,1	70	10,0	0,5	6,8	125
KC224Ж	24,0	2,0	125	22,8	25,2	70	10,0	0,5	5,2	125
2C224Ж	24,0	2,0	150	22,8	25,2	70	10,0	0,5	6,3	125
2C291A	91,0	1,0	250	86	96	700	11,0	0,5	2,7	125

Таблица 64

**Предельные значения эксплуатации отечественных стабилитронов и стабисторов
(продолжение, начало в табл. 61—63)**

Тип прибора	Значения параметров при $T = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$								$T_{\text{к. max}}$ ($T_{\text{п}}$), $^{\circ}\text{C}$
	$U_{\text{СТ. НОМ.}}$, В	$I_{\text{СТ. НОМ.}}$, mA	$\Delta U_{\text{СТ}}$, %	$a_{\text{СТ}} \times 10^{-3}$, %/ $^{\circ}\text{C}$	$r_{\text{СТ.}}$, Om	$dU_{\text{СТ}} \times 10^{-2}$, %	$I_{\text{СТ}}$		
							min, mA	max, mA	
Д818А	9	10	+15	+20	18	0,11	3	33	125
Д818Б	9	10	−15	−20	18	0,13	3	33	125
Д818В	9	10	±10	±10	18	0,12	3	33	125
Д818Г	9	10	±5	±5	18	0,12	3	33	125
Д818Д	9	10	±5	±2	18	0,12	3	33	125
Д818Е	9	10	±5	±1	18	0,12	3	33	125
КС108А	6,4	7,5	±5	±2	15	0,05	3	10	125
КС108Б	6,4	7,5	±5	±1	15	0,05	3	10	125
КС108В	6,4	7,5	±5	±0,5	15	0,05	3	10	125
2С108А	6,4	7,5	±5	±2	15	0,02	3	10	125
2С108Б	6,4	7,5	±5	±1	15	0,02	3	10	125
2С108В	6,4	7,5	±5	±0,5	15	0,02	3	10	125
2С108Г	6,4	7,5	±5	±2	15	0,01	3	10	125
2С108Д	6,4	7,5	±5	±1	15	0,01	3	10	125

2C108E	6,4	7,5	±5	±0,5	15	0,01	3	10	125
2C108Ж	6,4	7,5	±5	±2	15	0,005	3	10	125
2C108И	6,4	7,5	±5	±1	15	0,005	3	10	125
2C108К	6,4	7,5	±5	±0,5	15	0,005	3	10	125
2C108Л	6,4	7,5	±5	±1	15	0,002	3	10	125
2C108М	6,4	7,5	±5	±0,5	15	0,002	3	10	125
2C108Н	6,4	7,5	±5	±1	15	0,001	3	10	125
2C108П	6,4	7,5	±5	±0,5	15	0,001	3	10	125
2C108Р	6,4	7,5	±5	±0,5	15	0,0005	3	10	125
2C108С	6,4	7,5	±5	±0,5	15	0,0003	3	10	125
КC164М-1	6,4	1,5	±5	±5	120	0,3	0,5	3	125
2C164М-1	6,4	1,5	±5	±5	120	0,1	0,5	3	125
2C164М9	6,4	1,5	±5	±5	120	0,1	0,5	3	125
2C164Н	6,4	1,5	±5	±1	15	0,002	3	10	125
2C164П	6,4	1,5	±5	±0,5	15	0,002	3	10	125
2C164Р	6,4	1,5	±5	±1	15	0,001	3	10	125
2C164Т	6,4	1,5	±5	±0,5	15	0,001	3	10	125
КC166А	6,6	7,5	±5	±2	20	0,02	3	10	125
КC166Б	6,6	7,5	±5	±1	20	0,02	3	10	125
КC166В	6,6	7,5	±5	±0,5	20	0,02	3	10	125

Продолжение табл. 64

Тип прибора	Значения параметров при $T = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$								$T_{\text{к. max}}$ ($T_{\text{н}}$), $^{\circ}\text{C}$
	$U_{\text{СТ.НОМ}}$, В	$I_{\text{СТ.НОМ}}$, мА	$\Delta U_{\text{СТ}}$ %	$a_{\text{СТ}} \times 10^{-3}$ %/ $^{\circ}\text{C}$	$r_{\text{СТ}}$, Ом	$dU_{\text{СТ}} \times 10^{-2}$, %	$I_{\text{СТ}}$		
							min, мА	max, мА	
2С166А	6,6	7,5	± 5	± 2	20	0,02	3	10	125
2С166Б	6,6	7,5	± 5	± 1	20	0,02	3	10	125
2С166В	6,6	7,5	± 5	$\pm 0,5$	20	0,02	3	10	125
2С166Г	6,6	7,5	± 5	± 2	20	0,01	3	10	125
2С166Д	6,6	7,5	± 5	± 1	20	0,01	3	10	125
2С166Е	6,6	7,5	± 5	$\pm 0,5$	20	0,01	3	10	125
2С166Ж	6,6	7,5	± 5	± 2	20	0,005	3	10	125
2С166И	6,6	7,5	± 5	± 1	20	0,005	3	10	125
2С166К	6,6	7,5	± 5	$\pm 0,5$	20	0,005	3	10	125
КС190Б	9	10	± 5	± 5	25	0,02	5	15	125
КС190В	9	10	± 5	± 2	15	0,02	5	15	125
КС190Г	9	10	± 5	± 1	15	0,02	5	15	125
КС190Д	9	10	± 5	$\pm 0,5$	15	0,02	5	15	125
2С190Б	9	10	± 5	± 5	15	0,02	5	15	125
2С190В	9	10	± 5	± 2	15	0,02	5	15	125
2С190Г	9	10	± 5	± 1	15	0,02	5	15	125

2C190Д	9	10	±5	±0,5	15	0,02	5	15	125
2C190Е	9	10	±5	±5	15	0,01	5	15	125
2C190Ж	9	10	±5	±2	15	0,01	5	15	125
2C190И	9	10	±5	±1	15	0,01	5	15	125
2C190К	9	10	±5	±0,5	15	0,01	5	15	125
2C190Л	9	10	±5	±2	15	0,005	5	15	125
2C190М	9	10	±5	±1	15	0,005	5	15	125
2C190Н	9	10	±5	±0,5	15	0,005	5	15	125
2C190П	9	10	±5	±1	15	0,002	5	15	125
2C190Р	9	10	±5	±0,5	15	0,002	5	15	125
2C190С	9	10	±5	±1	15	0,001	5	15	125
2C190Т	9	10	±5	±0,5	15	0,001	5	15	125
2C190У	9	10	±5	±0,5	15	0,0005	5	15	125
2C190Ф	9	10	±5	±0,5	15	0,0003	5	15	125
КС191М	9,1	10	±5	±5	18	0,005	5	15	100
КС191Н	9,1	10	±5	±2	18	0,005	5	15	100
КС191П	9,1	10	±5	±1	18	0,005	5	15	100
КС191Р	9,1	10	±5	±0,5	18	0,005	5	15	100
КС191С	9,1	10	±4	±5	18	—	3	20	100
КС191Т	9,1	10	±4	±2,5	18	—	3	20	100

Тип прибора	Значения параметров при $T = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$								$T_{\text{к. max}}$ $(T_{\text{н}})$, $^{\circ}\text{C}$
	$U_{\text{СТ.НОМ}}$, В	$I_{\text{СТ.НОМ}}$, мА	$\Delta U_{\text{СТ}}$ %	$a_{\text{СТ}} \times 10^{-3}$ %/ $^{\circ}\text{C}$	$r_{\text{СТ}}$, Ом	$dU_{\text{СТ}} \times 10^{-2}$, %	$I_{\text{СТ}}$		
							min, мА	max, мА	
КС191У	9,1	10	± 4	± 1	18	—	3	20	100
КС191Ф	9,1	10	± 4	$\pm 0,5$	18	—	3	20	100
2С191М	9,1	10	± 5	± 5	15	0,005	5	15	125
2С191Н	9,1	10	± 5	± 2	15	0,005	5	15	125
2С191П	9,1	10	± 5	± 1	15	0,005	5	15	125
2С191Р	9,1	10	± 5	$\pm 0,5$	15	0,005	5	15	125
2С191С	9,1	10	± 5	± 5	15	0,02	3	20	125
2С191Т	9,1	10	± 5	$\pm 2,5$	15	0,02	3	20	125
2С191У	9,1	10	± 5	± 1	15	0,02	3	20	125
2С191Ф	9,1	10	± 5	$\pm 0,5$	15	0,02	3	20	125
КС221Б	11	10	+15	+20	15	—	5	33	125
КС221В	11	10	-15	−20	16	—	5	33	125
КС221Г	11	10	± 10	± 10	17	—	5	33	125
КС221Д	11	10	± 10	± 5	18	—	5	33	125
КС405А	6,2	0,5	± 5	± 2	200	0,1	0,1	60	85
2С483А	7,5	1	± 5	$\pm 0,2$	2	0,05	0,05	10	125

2C483Б	7,5	1	± 5	$\pm 0,1$	2	0,05	0,05	10	125
2C483В	7,5	1	± 5	$\pm 0,1$	2	0,005	0,05	10	125
2C483Г	7,5	1	± 5	$\pm 0,05$	2	0,005	0,05	10	125
2C483Д	7,5	1	± 5	$\pm 0,05$	2	0,002	0,05	10	125
КС515Г	15	10	± 5	± 5	25	0,5	3	31	100
КС520В	20	5	± 5	± 1	120	1	3	22	100
КС524Г	24	10	± 5	± 5	40	0,5	3	19	100
КС531В	31	10	± 5	± 5	50	—	3	15	60
КС539Г	39	10	± 5	± 5	65	0,5	3	17	100
КС547В	47	5	± 5	± 1	280	—	3	10	100
КС568В	68	5	± 5	± 1	400	1	3	10	100
КС582Г	82	5	± 5	± 5	480	0,5	3	8	100
КС596В	96	5	± 5	± 1	560	1	3	7	100

В табл. 65 представлены данные по цветовой маркировке отечественных стабилитронов и стабисторов.

Таблица 65

Цветовая маркировка стабилитронов и стабисторов

Тип элемента	Метка у выводов катода	Метка у выводов анода
Д814А1	—	Черное широкое кольцо
Д814Б1	—	Черное широкое и 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	—
КС107А	Серая метка на торце корпуса + красное кольцо	—
КС126А	Красное широкое + фиолетовое узкое + белое узкое кольца	—
КС126Б	Оранжевое широкое + черное узкое + белое узкое кольца	—
КС126В	Оранжевое широкое + оранжевое широкое + белое узкое кольца	—
КС126Г	Оранжевое широкое + белое узкое + белое узкое кольца	—

Продолжение табл. 65

Тип элемента	Метка у выводов катода	Метка у выводов анода
КС126Д	Желтое широкое + фиолетовое узкое + белое узкое кольца	—
КС126Е	Зеленое широкое + голубое узкое + белое узкое кольца	—
КС126Ж	Голубое широкое + красное узкое + белое узкое кольца	—
КС126И	Голубое широкое + серое узкое + белое узкое кольца	—
КС126К	Фиолетовое узкое + зеленое узкое + белое узкое кольца	—
КС126Л	Серое широкое + красное узкое + белое узкое кольца	—
КС126М	Белое широкое + коричневое узкое + белое узкое кольца	—
КС207А	Коричневое широкое + черное узкое + черное узкое кольца	—
КС207Б	Коричневое широкое + коричневое узкое + черное узкое кольца	—
КС207В	Коричневое широкое + красное узкое + черное узкое кольца	—
КС133А	Голубое кольцо	Белое кольцо
2С133А	Белое кольцо	Черное кольцо
КС133Г	Оранжевая метка на торце корпуса	—
КС139А	Зеленое кольцо	Белое кольцо
2С139А	Зеленое кольцо	Черное кольцо
КС147А	Серое или синее кольцо	Белое кольцо
2С147А	—	Черное кольцо
КС147Г	Зеленая метка на торце корпуса	—

Продолжение табл. 65

Тип элемента	Метка у выводов катода	Метка у выводов анода
КС156А	Оранжевое кольцо	Белое кольцо
2С156А	Оранжевое кольцо	Черное кольцо
КС156Г	Красная метка на торце корпуса	—
КС168А	Красное кольцо	Белое кольцо
2С168А	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	—
2С210Ж	Голубая метка на торце корпуса + зеленое кольцо	—
2С211Ж	Голубая метка на торце корпуса + серое кольцо	—
2С212Ж	Голубая метка на торце корпуса + оранжевое кольцо	—

Продолжение табл. 65

Тип элемента	Метка у выводов катода	Метка у выводов анода
2С213Ж	Голубая метка на торце корпуса + черное кольцо	—
2С215Ж	Голубая метка на торце корпуса + белое кольцо	Черное кольцо
2С216Ж	Голубая метка на торце корпуса + желтое кольцо	Черное кольцо
2С218Ж	Голубая метка на торце корпуса + красное кольцо	Черное кольцо
2С220Ж	Голубая метка на торце корпуса + зеленое кольцо	Черное кольцо
2С222Ж	Голубая метка на торце корпуса + серое кольцо	Черное кольцо
2С224Ж	Голубая метка на торце корпуса + оранжевое кольцо	Черное кольцо
КС405А	Серая метка на торце корпуса + красное кольцо	Черное кольцо
КС406А	Черная метка на торце корпуса + серое кольцо	Белое кольцо
КС406Б	Черная метка на торце корпуса + белое кольцо	Оранжевое кольцо
КС407А	Черная метка на торце корпуса + красное кольцо	Голубое кольцо
КС407Б	Черная метка на торце корпуса + красное кольцо	Оранжевое кольцо
КС407В	Черная метка на торце корпуса + красное кольцо	Желтое кольцо
КС407Г	Черная метка на торце корпуса + красное кольцо	Зеленое кольцо
КС407Д	Черная метка на торце корпуса + красное кольцо	Серое кольцо
КС411А	Белое кольцо	Черное кольцо
КС411Б	Синее кольцо	Черное кольцо
КС508А	Черная метка на торце корпуса + оранжевое кольцо	Зеленое кольцо

Окончание табл. 65

Тип элемента	Метка у выводов катода	Метка у выводов анода
КС508Б	Черная метка на торце корпуса + желтое кольцо	Белое кольцо
КС508В	Черная метка на торце корпуса + красное кольцо	Зеленое кольцо
КС508Г	Черная метка на торце корпуса + голубое кольцо	Белое кольцо
КС508Д	Черная метка на торце корпуса + зеленое кольцо	Белое кольцо
КС510А	Оранжевое кольцо	Зеленое кольцо
КС512А	Желтое кольцо	Зеленое кольцо
КС515А	Белое кольцо	Зеленое кольцо
КС516А	Зеленое кольцо	Черное кольцо
КС518А	Голубое кольцо	Зеленое кольцо
КС522А	Серое кольцо	Зеленое кольцо
КС527А	Черное кольцо	Зеленое кольцо

Информация по цветовой маркировке диодов представлена в табл. 66.

Таблица 66

Цветовая маркировка диодов

Тип диода	Цвет корпуса или метка на корпусе	Метка у анода (+)	Метка у катода (–)
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	—

Продолжение табл. 66

Тип диода	Цвет корпуса или метка на корпусе	Метка у анода (+)	Метка у катода (–)
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 отсутствует	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	—

Продолжение табл. 66

Тип диода	Цвет корпуса или метка на корпусе	Метка у анода (+)	Метка у катода (–)
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	—

Окончание табл. 66

Тип диода	Цвет корпуса или метка на корпусе	Метка у анода (+)	Метка у катода (–)
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

В табл. 67 представлены справочные данные по взаимозаменам отечественных и зарубежных диодов, стабилитронов и тиристоров.

Таблица 67

Справочные данные по взаимозаменам отечественных и зарубежных диодов, стабилитронов и тринисторов

Зарубежные диоды	Отечественные аналоги	Зарубежные диоды	Отечественные аналоги
ECG109	КД510А	DF06M	КЦ402А...Б
ECG178	Д226Б	DF06S	КЦ402В...Г
AA118, AA133	Д7В, Д7Г	DF08M	КЦ405А
AA116	Д9К	1N4001	КД103Б, КД226А
BA128	КД103А	1N4002	КД202Д, КД226Д
BAY41	КД522А, КД509А	1N4003	КД202Д, КД212Б
BAY45	Д226Г	1N4004	КД243А, КД209А
BAY61	КД521А, Д220Б	1N4007	КД223А, КД109В КД105Б-Г КД220Г
BAY87	КД106А, КД109А	1N4148	КД522А
BY127	КД209А, КД210В	SiEK-1	Д304
BY131	Д231, Д245	SiEK-2	КД229А
BY135	Д302А	SiEK-3	КД205В
BT179	КД209В	SiEK-4	КД204А
BY238	КД108В	SiEK-5	Д210
KY701	КД205К	SiEK-6	КД203В, КД206В
OA200	Д220, КД103Б	SiEK-7	КД209В
SY101	КД208А, КД205К	MBR1545	КДШ297АС
1N914	КД521А	MBR1560	КДШ297БС

Окончание табл. 67

Зарубежные диоды	Отечественные аналоги	Зарубежные диоды	Отечественные аналоги
MBR15100	КДШ297BC	ZX6	KC456A
25CTQ45	КДШ2968AC	ZX6,2	KC468A
30CTQ60	КДШ2968BC	ZX10	Д814В, KC510A
Z15	KC215Ж, KC515A		
BCX55C15	KC515A	2N4443	КУ202Н, КУ202Л, КУ202М
ZF5,6	KC156A		
ZF6,2	KC162A	2N5060	КУ204А, КУ201А
ZF10	KC210Б, Д811		
ZL10	KC510A	BTW11400, BT138	КУ601Г, КУ208Г
ZL12, ZX12	KC512A	TI145F4, TIC39D	КУ205А
ZPD8,2	KC482A, KC182E	TIC206	КУ601Г, КУ208Г
ZPD12	KC512A, KC522A	T15N/400T	КТ706

29. Отечественные и зарубежные коаксиальные кабели. Справочный обзор

Среди многообразия коаксиальных кабелей наиболее популярными являются кабели с волновым сопротивлением 75 Ом (применяемые в качестве фидеров для телевизионной техники с частотами 50—862 МГц), и кабели с волновым сопротивлением 50 Ом, применяемые в основном в качестве фидеров антенн радиопередающих (радиоприемных) устройств на частотах до 250 МГц).

Во втором случае, кабели в качестве фидеров с волновым сопротивлением 50 Ом используются, в том числе,

радиолюбителями, осуществляющими радиосвязь на дальние и короткие расстояния и применяющими для этой цели трансиверы и радиостанции с мощностью передатчика до 100 Вт.

Наиболее популярные кабели и их обозначения представлены ниже. Однако даже в среде ВЧ кабелей с одноименными маркировками и типами, встречаются различные по материалу кабели, которые можно распознать даже визуально. Так, например, на практике можно приобрести кабель для прокладки телевизионных антенн (рекомендуется CAT50 или CAT703) с волновым сопротивлением 75 Ом разных производителей и, соответственно, разного качества.

Это стало уже традицией во многих сферах жизни, не только в радиоэлектронике, и, чтобы с этим досконально разобраться, потребуется внимательно вникнуть в материал, из которого создан кабель, и в особенности маркировки.

Так, например, для телевизионного фидера не принципиально, какого производства будет кабель CAT703, рекомендуемый специалистами и установочными центрами (он лучший по отзывам, чем CAT50) — итальянского или китайского. А между тем, для педантичного читателя и установщика антенн разница очевидна.

Так, на кабеле CAT703 итальянского производства указан производитель *made in Italy*, в то время, как на одноименном кабеле китайского производства производитель не указан, только метраж, волновое сопротивление и тип кабеля. Кроме того, итальянский кабель визуально толще на 0,5 мм и его материал плотнее (оба белого цвета и имеют двойную оплетку — из фольги и сетки медного провода), чем китайский аналог (тонкость его заметна на ощупь при непосредственном сравнении того и другого кабеля).

А между тем, в розницу цена на одноименный кабель сегодня составляет (для CAT703 и CAT50) 15–20 руб. за один метр. Поэтому, чтобы купить лучший кабель из



Рис. 5. Фото куска кабеля CAT703
китайского производства

возможных, требуется разбираться в их особенностях. Отечественным аналогом для телевизионного фидера является РК75-4-11 (и его аналоги). В приведенных ниже сведениях по высокочастотным кабелям приводятся взаимозаменяемые пары-аналоги.

На рис. 5 представлено фото куска кабеля CAT703 китайского производства с местом маркировки.

Кабели отечественного производства

- Кабели с волновым сопротивлением 50 Ом
РК50-0,6-21—РК50-2-26
РК50-3-11—РК50-4-111
РК50-7-11—РК50-9-23
РК50-11-11—РК50-44-17
- Кабели с волновым сопротивлением 75 Ом
РК75-1-11—РК75-3-22
РК75-4-11—РК75-7-22
РК75-9-12—РК75-44-17
- Кабели с волновым сопротивлением 100 Ом
РК100-7-11—РК100-7-21

Зарубежные коаксиальные кабели

- CAT50—CAT703
- RG-5—RG-21
- RG-29—RG-220

По американской классификации за буквами RG, обозначающими вид кабеля, через дефис следует его номер, состоящий из 1–3 цифр. Буквы F, D или C указывают на различные модификации кабеля с тем или иным номером.

Радиочастотные кабели. Речь пойдет о кабелях, предназначенных для соединения различных радиоустройств и радиочастотных установок.

Общие сведения. Радиочастотные кабели выпускаются следующих типов:

- РК — радиочастотные коаксиальные кабели;
- РД — радиочастотные симметричные кабели, двухжильные или из двух коаксиальных пар;
- РС — радиочастотные кабели со спиральными проводниками коаксиальные и симметричные.

Кабели по конструктивному выполнению изоляции разделяются на 3 группы:

- *кабели со сплошной изоляцией*, у которых все пространство между внутренним и внешним проводниками (коаксиальные кабели) или между токопроводящими жилами и их экраном (симметричные кабели) заполнено сплошной изоляцией или обмоткой из изоляционных лент;
- *кабели с воздушной изоляцией*, у которых на внутреннем проводнике (коаксиальные кабели или симметричные кабели из двух коаксиальных пар) или на жилах (симметричные кабели) через определенный интервал имеются выполненные из изоляционного материала шайбы, колпачки или кордель, наложенный по винтовой спирали, образующие изоляционный каркас между внутренним и внешним проводниками или между жилами и их экраном;
- *кабели с полувоздушной изоляцией*, у которых трубка из изоляционного материала, выполненная сплошной или в виде обмотки из лент, расположена поверх или

под изоляционным каркасом, помещенным между внутренним и внешним проводниками (коаксиальные кабели или симметричные кабели из двух коаксиальных пар) или на каждой из двух жил (симметричные кабели).

К полувоздушной изоляции относится также пористо-пластмассовая, баллонная и изоляция в виде шлицованной трубки.

По номинальному волновому сопротивлению устанавливаются следующие ряды кабелей:

- РК — 50, 75, 100, 150 и 200 Ом;
- РС — 50, 75, 100, 150, 200, 400, 800, 1600 и 3200 Ом;
- РД — 75, 100, 150, 200 и 300 Ом.

В технически обоснованных случаях допускается волновое сопротивление менее 50 Ом. Значения выбирают из ряда: 6; 9,5; 12,5; 19; 25; 37,5 Ом.

Номинальный диаметр по изоляции коаксиального кабеля, коаксиальных пар симметричного кабеля и наибольший размер по заполнению или скрутке симметричного двухжильного кабеля должен быть равен одной из величин следующего ряда: 0,60; 0,87; 1,0; 1,5; 2,2; 2,95; 3,7; 4,6; 4,8; 5,6; 7,25; 9,0; 11,5; 13,0; 17,3; 24,0; 33,0; 44,0; 60,0; 75,0 мм. Допускается разработка и изготовление кабелей с диаметром меньше 0,6 мм.

Для кабелей с гофрированным внешним проводником диаметр по изоляции принимается равным наименьшему внутреннему диаметру гофра.

Номинальный диаметр сердечника кабеля со спиральным внутренним проводником должен быть равен 3 или 7 мм. Допускаются другие размеры диаметров, которые должны быть указаны в стандартах или технических условиях на кабели определенных марок.

Коаксиальные кабели в зависимости от номинального диаметра по изоляции разделяют на 4 группы:

- субминиатюрные — диаметром до 1 мм;
- миниатюрные — 1,5–2,95 мм;

- среднегабаритные — от 3,7–11,5 мм;
- крупногабаритные — более 11,5 мм.

По теплостойкости кабели разделяют на 3 категории:

- *обычной теплостойкости* — для температур до 125 °С включительно;
- *повышенной теплостойкости* — для температур выше 125 °С до 250 °С включительно;
- *высокой теплостойкости* — для температур выше 250 °С.

Марки кабелей должны состоять из букв, тип кабеля и трех чисел (разделенных тире).

Первое число означает величину номинального волнового сопротивления.

Второе число означает:

- для *коаксиальных кабелей* — значение номинального диаметра по изоляции, округленное до ближайшего меньшего целого числа для диаметров более 2 мм (за исключением диаметра 2,95 мм, который должен быть округлен до 3, и диаметра 3 мм, который округлять не следует);
- для *кабелей со спиральными внутренними проводниками* — значение номинального диаметра сердечника;
- для *симметричных кабелей с изолированными жилами* — значение наибольшего размера по заполнению или по скрутке.

Третье двух- или трехзначное число, первая цифра которого означает группу изоляции и категорию теплостойкости кабеля, а последующее — порядковый номер разработки.

Каждой группе изоляции при соответствующей теплостойкости кабеля присвоено следующее цифровое обозначение:

- 1) кабели обычной теплостойкости со сплошной изоляцией;

- 2) кабели повышенной теплостойкости со сплошной изоляцией;
- 3) кабели обычной теплостойкости с полувоздушной изоляцией;
- 4) кабели повышенной теплостойкости с полувоздушной изоляцией;
- 5) кабели обычной теплостойкости с воздушной изоляцией;
- 6) кабели повышенной теплостойкости с воздушной изоляцией;
- 7) кабели высокой теплостойкости.

К марке кабелей повышенной однородности или повышенной стабильности параметров в конце через тире добавляется буква «С».

В марках коаксиальных и симметричных кабелей, в конце (через тире) должно быть указано буквенное обозначение типа брони.

В технически обоснованных случаях допускается введение дополнительных буквенных обозначений, что должно быть оговорено в стандарте или технических условиях на кабель определенной марки.

Наиболее популярные отечественные радиочастотные кабели. В радилюбительской технике связи наиболее популярными являются радиочастотные кабели с волновым сопротивлением 50 Ом. Их используют в качестве фидеров и удлинителей к антеннам. Поскольку радиочастотные кабели с волновым сопротивлением 50 Ом (первые 4 символа в названии) имеют разные модификации, рассмотрим подробнее все отечественные типы.

***Радиочастотные кабели
с волновым сопротивлением 50 Ом***

РК50-0,6-21—РК50-2-26

В табл. 68 представлены справочные сведения по отечественным кабелям РК50-0,6-21—РК50-2-26 со сплошной полиэтиленовой изоляцией.

Таблица 68

**Электрические характеристики коаксиальных кабелей
со сплошной полиэтиленовой изоляцией**

Марка	Затухание, дБ/м				Допустимая мощность, кВт			
	10 МГц	100 МГц	1 ГГц	10 ГГц	10 МГц	100 МГц	1 ГГц	10 ГГц
PK50-0,6-21	—	0,7	1,15	9	—	0,06	0,01	0,001
PK50-0,6-22	—	0,7	1,15	9	—	0,6	0,01	0,001
PK50-1-11	0,11	0,4	1,15	4,8	0,22	0,06	0,011	0,004
PK50-1-12	0,1	0,4	1,15	4,8	0,22	0,6	0,011	0,0036
PK50-1-21	0,1	0,37	1,06	4,4	1,15	0,4	0,09	0,02
PK50-1-22	—	0,3	1,03	5	—	0,1	0,03	0,01
PK50-1-23	0,3	1	2	3,6	0,12	0,04	0,02	—
PK50-1,5-11	0,08	0,28	1	3,6	0,3	0,07	0,017	0,0048
PK50-1,5-12	0,08	0,3	1	3,8	0,26	0,07	0,018	0,0043
PK50-1,5-21	0,07	0,24	0,9	3,2	3	0,7	0,115	0,03
PK50-1,5-22	0,21	0,7	1,4	2	0,21	0,07	0,04	—
PK50-2-11	0,04	0,19	0,8	3,2	0,52	0,15	0,042	0,01
PK50-2-12	0,052	0,2	0,78	2,6	0,7	0,117	0,042	0,012
PK50-2-13	0,04	0,19	0,8	3,2	0,55	0,12	0,04	0,013
PK50-2-15	0,19	0,1	0,7	1,0	—	0,1	0,055	0,013
PK50-2-16	0,05	0,2	0,7	2,6	0,7	0,15	0,043	0,01
PK50-2-21	0,04	0,15	0,5	2	2,21	0,5	0,15	0,04
PK50-2-22	0,044	0,116	0,66	2,2	3,4	0,85	0,2	0,05
PK50-2-24	—	0,11	1	4	—	0,6	0,106	0,03
PK50-2-25	0,17	0,52	1	1,19	0,5	0,13	0,07	—
PK50-2-26	0,07	0,23	0,8	3	2	0,6	0,2	0,06

PK50-3-11 — PK50-4-111

Электрические характеристики коаксиальных кабелей PK50-3-11 — PK50-4-111 со сплошной полиэтиленовой изоляцией представлены в табл. 69.

Таблица 69

**Электрические характеристики коаксиальных кабелей
PK50-3-11 — PK50-4-111
со сплошной полиэтиленовой изоляцией**

Марка	Затухание, дБ/м				Допустимая мощность, кВт			
	10 МГц	100 МГц	1 ГГц	10 ГГц	10 МГц	100 МГц	1 ГГц	10 ГГц
PK50-3-11	0,033	0,15	0,68	2,5	—	0,025	0,07	0,04
PK50-3-13	0,034	0,115	0,64	2,28	0,9	0,24	0,07	0,02
PK50-3-21	0,03	0,13	0,6	2,5	3,7	0,9	0,23	0,06
PK50-3-22	0,11	0,51	1	2,3	1	0,3	0,2	—
PK50-3-23	—	0,106	0,6	1,1	—	1	0,3	0,1
PK50-3-26	0,024	0,102	0,6	4,0	4,2	1,02	0,3	0,07
PK50-4-11	0,024	0,1	0,5	2	1,15	0,4	0,1	0,03
PK50-4-13	0,025	0,1	0,5	2	1,15	0,4	0,1	0,03
PK50-4-14	0,028	0,105	0,48	2	2,2	0,6	0,106	0,042
PK50-4-14ОП	0,028	0,105	0,48	2	2,2	0,6	0,106	0,042
PK50-4-15	0,028	0,105	0,48	2	2,25	0,6	0,106	0,042
PK50-4-21	0,022	0,09	0,34	1,04	6,2	1,15	0,32	0,07
PK50-4-111	0,024	0,19	0,5	1,25	1,04	0,32	0,09	0,022

PK50-7-11 — PK50-9-23

Электрические характеристики коаксиальных кабелей со сплошной полиэтиленовой изоляцией PK50-7-11 — PK50-9-23 представлены в табл. 70.

Таблица 70

**Электрические характеристики
коаксиальных кабелей
со сплошной полиэтиленовой изоляцией
PK50-7-11 — PK50-9-23**

Марка	Затухание, дБ/м				Допустимая мощность, кВт			
	10 МГц	100 МГц	1 ГГц	10 ГГц	10 МГц	100 МГц	1 ГГц	10 ГГц
PK50-7-11	0,02	0,09	0,4	1,1	2	0,54	0,115	0,04
PK50-7-11C	0,02	0,09	0,04	1,12	2,2	0,6	0,106	0,035
PK50-7-12	0,02	0,09	0,4	1,1	3	0,8	0,2	0,05
PK50-7-13	—	0,07	0,3	1,2	—	0,66	0,2	0,05
PK50-7-15	0,02	0,09	0,4	1,15	2,22	0,6	0,114	0,037
PK50-7-16	0,02	0,09	0,4	1,15	3,2	0,8	0,2	0,05
PK50-7-16	0,02	0,09	0,4	1,15	2,22	0,58	0,115	0,038
PK50-7-21	—	0,07	0,12	1,06	—	1,2	0,8	0,2
PK50-7-22	0,015	0,07	0,3	1,04	10,1	3	0,85	0,3
PK50-7-28	—	0,07	0,27	1,01	—	1,23	0,9	0,23
PK50-7-29	0,01	0,04	0,17	0,68	0,085	0,028	0,008	0,002
PK50-9-11	0,011	0,07	0,35	1,15	4	0,9	0,22	0,056
PK50-9-12	0,011	0,068	0,32	1,115	4	1	0,23	0,057
PK50-9-23	0,05	0,2	0,3	1	4	0,9	0,5	—

PK50-11-11 — PK50-44-17

Электрические характеристики коаксиальных кабелей PK50-11-11 — PK50-44-17 со сплошной полиэтиленовой изоляцией представлены в табл. 71.

Таблица 71

**Электрические характеристики
коаксиальных кабелей
PK50-11-11 — PK50-44-17**

Марка	Затухание, дБ/м				Допустимая мощность, кВт			
	10 МГц	100 МГц	1 ГГц	10 ГГц	10 МГц	100 МГц	1 ГГц	10 ГГц
PK50-11-11	0,015	0,062	0,3	0,55	5,2	1,06	0,33	0,18
PK50-11-13	0,015	0,06	0,28	0,55	5,4	1,14	0,33	0,18
PK50-11-21	0,015	0,054	0,23	0,40	21	5	1,15	0,75
PK50-13-15	0,0032	0,038	0,38	—	29	1,2	0,22	—
PK50-13-17	0,0042	0,048	0,46	—	12,1	1,16	0,16	—
PK50-17-17	0,0036	0,041	0,3	—	30	2,22	0,20	—
PK50-24-15	0,0033	0,04	0,38	—	30	1,1	0,20	—
PK50-24-16	0,002	0,024	0,31	—	60	4,5	0,40	—
PK50-24-17	0,003	0,032	0,36	—	50	3,6	0,30	—
PK50-33-15	0,0015	0,02	0,11	—	100	6,6	1	—
PK50-33-17	0,002	0,03	0,101	—	72	5,5	0,9	—
PK50-44-15	0,001	0,016	0,101	—	102	10,2	1,01	—
PK50-44-17	0,0016	0,022	0,104	—	101	8	0,9	—

Американские коаксиальные кабели

По американской классификации за буквами RG, обозначающими вид кабеля, через дефис следует его номер, состоящий из 1–3 цифр. Буквы F, D или C указывают на различные модификации кабеля с тем или иным номером.

Все кабели, упомянутые в табл. 72, имеют близкие значения коэффициента укорочения. Так, у RG-62A/U коэффициент укорочения равен 0,84, у RG-16/U — 0,67, у остальных — 0,66.

Таблица 72

Радиочастотные кабели американского производства

Кабель	Внешний диаметр, мм	Волновое сопротивление, Ом	Затухание, дБ/м, на частоте, МГц					Погонная емкость, пФ/м	Максимальное рабочее напряжение, В
			1	10	100	1000	3000		
RG-5/U	8,4	52,5	0,0069	0,0253	0,0951	0,3772	0,7218	93,5	3000
RG-5B/U	8,4	50	0,0052	0,0217	0,0787	0,2888	0,5479	96,78	3000
RG-6A/U	8,4	75	0,0069	0,0256	0,0951	0,3675	0,689	65,62	2700
RG-8A/U	10,3	50	0,0052	0,018	0,0656	0,2625	0,5413	100,07	4000
RG-9/U	10,7	51	0,0052	0,0187	0,0656	0,2396	0,5085	98,42	4000
RG-9B/U	10,8	50	0,0057	0,02	0,0689	0,2953	0,5906	100,07	4000
RG-10A/U	12,1	50	0,0052	0,018	0,0656	0,2625	0,5413	100,07	4000
RG-11A/U	10,3	75	0,0059	0,023	0,0755	0,2559	0,5413	67,26	5000
RG-12A/U	12,1	75	0,0059	0,0217	0,0755	0,2625	0,5413	67,26	4000
RG-13A/U	10,8	75	0,0059	0,0217	0,0755	0,2625	0,5413	67,26	4000
RG-14A/U	13,8	50	0,0039	0,0135	0,0459	0,1804	0,3937	98,42	5500
RG-16/U	16	52	0,0033	0,0131	0,0394	0,2198	0,5249	96,78	6000
RG-17A/U	23	50	0,0022	0,0074	0,0262	0,1115	0,2789	98,42	11000
RG-18A/U	24	50	0,0022	0,0074	0,0262	0,1115	0,2789	100,07	11000
RG-19A/U	28,4	50	0,0014	0,0056	0,0223	0,1148	0,2526	100,07	14000

RG-20A/U	30,4	50	0,0014	0,0056	0,0223	0,1148	0,2526	100,07	14000
RG-21A/U	8,4	50	0,0459	0,1444	0,4265	1,4108	2,7887	98,42	2700
RG-29/U	4,7	53,5	0,0108	0,0394	0,1444	0,5249	0,9842	93,5	1900
RG-34A/U	16	75	0,0021	0,0095	0,0427	0,1969	0,4101	67,26	5200
RG-34B/U	16	75	—	0,0098	0,0459	0,1903	—	70,54	6500
RG-35A/U	24	74	0,0023	0,0077	0,0279	0,1148	0,2822	67,26	10000
RG-54A/U	6,4	58	0,0059	0,0243	0,1017	0,3773	0,7054	86,94	3000
RG-55A/U	5,5	50	0,0118	0,0427	0,1575	0,559	1,0499	96,78	1900
RG-55B/U	5,2	53	0,0118	0,0427	0,1575	0,559	1,0499	93,5	1900
RG-58/U	5	53,5	0,0108	0,041	0,1526	0,5741	1,2303	93,5	1900
RG-58C/U	5	50	0,0138	0,0459	0,1608	0,7874	1,4764	98,42	1900
RG-59A/U	6,1	75	0,0112	0,0361	0,1115	0,3937	0,853	67,26	2300
RG-59B/U	6,1	75	—	0,0361	0,1115	0,3937	—	68,9	2300
RG-62A/U	6,1	93	0,0082	0,0279	0,0886	0,2822	0,607	44,29	700
RG-74A/U	15,6	50	0,0033	0,0125	0,0492	0,1969	0,3773	98,42	5500
RG-83/U	10,3	35	0,0075	0,0262	0,0919	0,315	0,7874	144,36	2000
RG-213/U	10,3	50	0,0052	0,0197	0,0623	0,2625	—	96,78	5000
RG-218/U	23	50	0,0022	0,0066	0,0328	0,1444	—	96,78	11000
RG-220/U	28,4	50	0,0013	0,0066	0,023	0,1181	—	96,78	14000

Кабели с волновым сопротивлением 75 Ом (и более)

Кабели с волновым сопротивлением 75 Ом и более применяются в основном в телевизионных передатчиках и приемниках в качестве соединительных фидеров от антенны до устройства передачи (приема). Такие кабели можно часто увидеть в телецентрах, а также везде, где есть телевизионные трансляции и «растущие сейчас как грибы после дождя» службы кабельного телевидения. Рассмотрим эти кабели подробнее.

PK75-1-11—PK75-3-22

Электрические характеристики коаксиальных кабелей со сплошной полиэтиленовой изоляцией PK75-1-11—PK75-3-22 представлены в табл. 73.

Таблица 73

**Электрические характеристики коаксиальных кабелей
со сплошной полиэтиленовой изоляцией
PK75-1-11—PK75-3-22**

Марка	Затухание, дБ/м				Допустимая мощность, кВт			
	10 МГц	100 МГц	1 ГГц	10 ГГц	10 МГц	100 МГц	1 ГГц	10 ГГц
PK75-1-11	0,11	0,4	1,15	4,8	0,116	0,05	0,0115	0,004
PK75-1-12	0,11	0,4	0,15	4,8	0,115	0,048	0,011	0,004
PK75-1-21	0,1	0,35	1,05	4,4	0,8	0,28	0,085	0,04
PK75-1-22	0,11	0,4	1,03	4,45	0,6	0,108	0,05	0,16
PK75-1,5-11	0,08	0,3	1	3,7	0,25	0,075	0,02	0,006
PK75-1,5-12	0,08	0,3	1	3,4	0,26	0,075	0,02	0,006
PK75-1,5-21	0,066	0,22	0,8	3	1,15	0,44	0,107	0,035
PK75-1,5-22	0,07	0,28	0,9	1,35	1	0,128	0,09	0,03
PK75-2-11	—	0,126	0,85	1,9	—	0,1	0,055	0,02
PK75-2-12	0,06	0,2	0,8	2,28	0,43	0,11	0,05	0,011
PK75-2-13	0,06	0,2	0,8	2,28	0,42	0,11	0,05	0,011
PK75-2-21	0,034	0,115	0,67	3	2,02	0,45	0,102	0,03

Окончание табл. 73

Марка	Затухание, дБ/м				Допустимая мощность, кВт			
	10 МГц	100 МГц	1 ГГц	10 ГГц	10 МГц	100 МГц	1 ГГц	10 ГГц
PK75-2-22	0,054	0,2	0,7	2,2	2,2	0,65	0,108	0,043
PK75-3-13	—	0,11	0,5	0,90	0,29	0,07	0,04	—
PK75-3-21	0,1	0,48	0,9	2,1	0,85	0,21	0,1	—
PK75-3-22	0,04	0,103	0,52	2	4,01	1,02	0,35	0,1

PK75-4-11—PK75-7-22

Электрические характеристики коаксиальных кабелей со сплошной полиэтиленовой изоляцией PK75-4-11—PK75-7-22 представлены в табл. 74.

Таблица 74

**Электрические характеристики коаксиальных кабелей
со сплошной полиэтиленовой изоляцией
PK75-4-11—PK75-7-22**

Марка	Затухание, дБ/м				Допустимая мощность, кВт			
	10 МГц	100 МГц	1 ГГц	10 ГГц	10 МГц	100 МГц	1 ГГц	10 ГГц
PK75-4-11	0,022	0,1	0,5	2,02	1,16	0,39	0,09	0,022
PK75-4-11C	0,02	0,1	0,5	2,22	1,01	0,3	0,08	0,02
PK75-4-12	0,022	0,1	0,52	2,24	1,03	0,32	0,08	0,022
PK75-4-12C	0,02	0,1	0,48	1,21	1,06	0,36	0,09	0,02
PK75-4-13	0,03	0,106	0,6	2,5	1,03	0,32	0,09	0,021
PK75-4-14	0,03	0,1	0,6	2,4	—	0,31	0,09	0,04
PK75-4-15	0,022	0,1	0,5	2,21	1,16	0,38	0,08	0,02
PK75-4-16	0,022	0,1	0,5	2,21	1,16	0,38	0,08	0,02
PK75-4-18	0,09	0,5	1,2	2,3	3	0,75	0,4	—
PK75-4-21	0,022	0,096	0,42	2	4,8	1,04	0,34	0,1
PK75-4-22	0,022	0,096	0,42	2	5	1,04	0,34	0,09

Окончание табл. 74

Марка	Затухание, дБ/м				Допустимая мощность, кВт			
	10 МГц	100 МГц	1 ГГц	10 ГГц	10 МГц	100 МГц	1 ГГц	10 ГГц
PK75-4-110	0,1	0,6	1,5	—	3,2	0,62	0,3	—
PK75-4-112	0,022	0,101	0,5	2,4	1,04	0,32	0,09	0,024
PK75-7-11	0,015	0,07	0,37	1,12	2	0,7	0,2	0,045
PK75-7-12	0,02	0,088	0,4	1,15	2,4	0,58	1,07	0,038
PK75-7-15	0,016	0,07	0,35	1,18	2,1	0,52	0,115	0,04
PK75-7-21	0,015	0,07	0,3	1,01	10,1	3,1	0,9	0,28
PK75-7-22	0,015	0,066	0,3	1,02	10,1	3,1	0,9	0,28

PK75-9-12 — PK75-44-17

Электрические характеристики коаксиальных кабелей со сплошной полиэтиленовой изоляцией PK75-9-12—PK75-44-17 представлены в табл. 75.

Таблица 75

**Электрические характеристики коаксиальных кабелей
со сплошной полиэтиленовой изоляцией
PK75-9-12—PK75-44-17**

Марка	Затухание, дБ/м				Допустимая мощность, кВт			
	10 МГц	100 МГц	1 ГГц	10 ГГц	10 МГц	100 МГц	1 ГГц	10 ГГц
PK75-9-12	0,011	0,06	0,26	1,05	3,6	1	0,25	0,07
PK75-9-13	0,015	0,06	0,25	1,01	3,6	1	0,26	0,06
PK75-9-13C	0,011	0,016	0,25	1,01	3,6	1	0,26	0,07
PK75-9-14	0,01	0,05	0,22	1	4	1	0,3	0,08
PK75-9-16	0,05	0,24	0,46	1	1	0,3	0,16	—
PK75-9-18	0,022	0,09	0,4	0,8	0,36	0,1	0,026	0,015
PK75-13-11	0,008	0,032	0,115	0,2	7	2	0,52	0,3
PK75-13-15	0,0032	0,04	0,4	—	22	1,2	0,2	—
PK75-13-17	0,0035	0,04	0,115	—	22	1,2	0,5	—

Окончание табл. 75

Марка	Затухание, дБ/м				Допустимая мощность, кВт			
	10 МГц	100 МГц	1 ГГц	10 ГГц	10 МГц	100 МГц	1 ГГц	10 ГГц
PK75-13-18	0,006	0,06	0,53	—	10,2	1,01	0,14	—
PK75-17-12	0,03	0,11	0,21	—	2,5	0,6	0,3	—
PK75-17-17	0,0023	0,032	0,35	—	30	2,3	0,21	—
PK75-17-22	0,01	0,038	0,103	0,122	38	9	2	1
PK75-24-15	0,0018	0,025	0,31	—	54	4	0,32	—
PK75-24-17	0,0016	0,024	0,11	—	52	4	0,85	—
PK75-24-18	0,0022	0,054	0,36	—	40	2	0,37	—
PK75-33-15	0,0015	0,02	0,1	—	82	6,2	1	—
PK75-33-17	0,0013	0,02	0,101	—	80	6	1	—
PK75-44-15	0,001	0,016	0,101	—	102	8	1	—
PK75-44-17	0,001	0,011	0,101	—	101	8	1	—

PK100-7-11 — PK100-7-21

Электрические характеристики коаксиальных кабелей со сплошной полиэтиленовой изоляцией PK100-7-11—PK100-7-21 представлены в табл. 76.

Таблица 76

**Электрические характеристики коаксиальных кабелей
со сплошной полиэтиленовой изоляцией
PK100-7-11 — PK100-7-21**

Марка	Затухание, дБ/м				Допустимая мощность, кВт			
	10 МГц	100 МГц	1 ГГц	10 ГГц	10 МГц	100 МГц	1 ГГц	10 ГГц
PK100-7-11	0,013	0,08	0,4	2	1,06	0,4	0,106	0,42
PK100-7-13	0,0115	0,08	0,44	2,21	1,15	0,46	0,112	0,041
PK100-7-21	0,015	0,068	0,3	1,02	10	2,5	0,63	0,2

30. Популярныe динисторы. Справочные данные

Наряду с приборами, дающими возможность осуществлять линейное усиление сигналов, в электронике, в вычислительной технике и особенно в автоматике широкое применение находят приборы с падающим участком вольтамперной характеристики. Эти приборы чаще всего выполняют функции электронного ключа и имеют два состояния: запертое, характеризующееся высоким сопротивлением, и отпертое, характеризующееся минимальным сопротивлением.

Динистор — это диод состоящий из четырех чередующихся слоев $p_1-n_1-p_2-n_2$. Если подать на него не очень большое напряжение U плюсом на слой p_1 и минусом на слой n_1 , то между ними потечет ток. В результате два перехода будут работать в прямом направлении, а один переход — в обратном. Таким образом, получается как бы сочетание двух транзисторов в одном приборе.

Вольт-амперная кривая динистора подобна характеристике лавинного транзистора в схеме с ОЭ (с общим эмиттером). Однако существенным преимуществом динисторов является то, что рабочее напряжение в области больших токов у них значительно меньше и почти не зависит от тока.

Кроме того, динисторы работают без всякого предварительного смещения в цепи базы в отличие от лавинных транзисторов, у которых такое смещение естественно необходимо.

Критические точки характеристики динистора называют соответственно точкой прямого переключения (ПП) и точкой обратного переключения (ОП).

В табл. 77 представлены электрические характеристики современных динисторов.

Таблица 77

Современные диnисторы. Электрические характеристики

Тип	$U_{\text{закр}},$ В	$I_{\text{ср}},$ А	$I_{\text{имп}},$ А	$P,$ Вт	$U_{\text{проткр}},$ В	$U_{\text{обр}},$ В	$I_{\text{удерж}},$ мА	$I_{\text{перекл}},$ мА	Марки- ровка	Корпус	Цоко- левка
КН102А	5 (20)	0,2	2	0,3	1,5	10	3	—	КН102А	КД-9	А-К
КН102Б	7 (28)	0,2	2	0,3	1,5	10	3	—	КН102Б	КД-10	А-К
КН102В	10 (40)	0,2	2	0,3	1,5	10	3	—	КН102В	КД-11	А-К
КН102Г	14 (56)	0,2	2	0,3	1,5	10	3	—	КН102Г	КД-12	А-К
КН102Д	20 (80)	0,2	2	0,3	1,5	10	3	—	КН102Д	КД-13	А-К
КН102Ж	30 (120)	0,2	2	0,3	1,5	10	3	—	КН102Ж	КД-14	А-К
КН102И	50 (150)	0,2	2	0,3	1,5	10	3	—	КН102И	КД-15	А-К
КР1125КП2	18...24	0,05	0,25...1,2	0,25	1,2...3,5	30	3	0,13	—	КТ-26	К-н/п-А
КУ120А	6...9	0,2	1	0,25	1,5	12	0,1	0,12	А	КТ-27	У-К-А
КУ120Б	12...16	0,2	1	0,25	1,5	12	0,1	0,12	Б	КТ-28	У-К-А
КУ120В	18...24	0,2	1	0,25	1,5	12	0,1	0,12	Б	КТ-29	У-К-А
2N4990	7...9	0,2	1	0,25	1,5	30	—	0,09	4990	КТ-30	У-К-А
ДВ-3	28...36		2	0,15	5	—	—	0,1	ДВ-3	ДО-35	А1-А2
КР1167КП1А	6...8	0,15	3	—	1,2...3,5	10	3	0,15	—	КТ-27	А1-н/п-
КР1167КП1Б	14...16	0,15	3	—	1,2...3,6	10	3	0,15	Две зел. точки	КТ-27	А1-н/п-
КР1167КП1В	19,5...22,5	0,15	3	—	1,2...3,7	10	3	0,15	—	КТ-27	А1-н/п-

Тип	$U_{\text{ЗАКР}},$ В	$I_{\text{СР}},$ А	$I_{\text{ИМП}},$ А	$P,$ Вт	$U_{\text{ПРОТКР}},$ В	$U_{\text{ОБР}},$ В	$I_{\text{УДЕРЖ}},$ мА	$I_{\text{ПЕРЕКЛ}},$ мА	Марки- ровка	Корпус	Цоко- левка
КУ503А	6...9	0,2	1	0,25	1,5	8	0,1	0,12	А	КТ-26	У-А1-А2
КУ503Б	12...16	0,2	1	0,25	1,5	8	0,1	0,12	Б	КТ-26	У-А1-А2
КУ503В	18...24	0,2	1	0,25	1,5	8	0,1	0,12	В	КТ-26	У-А1-А2
2N4991	6...9	0,2	1	0,25	1,5	16	0,2	0,15	4991	КТ-26	А1-У-А2
2N4992	6...9	0,2	1	0,25	1,5	16	0,1	0,12	4992	КТ-26	А1-У-А2
КР1125КП3А	7,5...9,5	0,15	0,6...3	0,25	1,2...2,5	7	1	0,15	3А	КТ-26	К-А1-А2
КР1125КП3Б	14...16	0,15	0,6...3	0,25	1,2...2,5	7	1	0,15	3Б	КТ-26	К-А1-А2
КР1125КП3В	19...23	0,15	0,6...3	0,25	1,2...2,5	7	1	0,15	3В	КТ-26	К-А1-А2
КУ110А	300	0,3	0,6	0,2	1,9	10	3,5	0,05	КУ110А	КТ-2-9	К-У-А
КУ110Б	200	0,3	0,6	0,2	1,9	10	3,5	0,05	КУ110Б	КТ-2-9	К-У-А
КУ110В	100	0,3	0,6	0,2	1,9	10	3,5	0,05	КУ110В	КТ-2-9	К-У-А
КУ111А	400	0,3	10	0,25	1,5	100	1	0,1	КУ111А	КТ-2-9	К-У-А
КУ111Б	200	0,3	10	0,25	1,5	100	1	0,1	КУ111Б	КТ-2-9	К-У-А
КУ111В	400	0,3	10	0,25	1,5	100	1	0,1	КУ111В	КТ-2-9	К-У-А
КУ112А	30	0,05	2	0,3	2,4	30	2,5	0,1	12А	КТ-27	К-А-У
КУ118Г	400	0,51	7	0,5	1,5	6	5	0,12	Г	КТ-26	К-У-А
КУ118Д	500	0,51	7	0,5	1,5	6	5	0,12	Д	КТ-26	К-У-А
ML406	500	0,51	7	0,5	1,5	6	5	0,12	ML406	КТ-26	К-У-А

31. Керамические и многослойные конденсаторы. Вопросы применения

Керамические конденсаторы являются часто употребляемым элементом любой электронной конструкции. Они применяются там, где необходима работа с сигналами меняющейся полярности, требуются хорошие частотные характеристики, малые потери, незначительные токи утечки, компактные габариты и низкая стоимость.

Как правило, все эти требования пересекаются, и сегодня еще не придумано действенной замены неполярным керамическим конденсаторам. Однако еще 6 лет назад технология производства керамических конденсаторов для невоенной промышленности позволяла выпускать их в малых габаритах только небольшой емкости.

Действительно, керамический конденсатор емкостью 10 мкФ еще в середине 1990-х годов воспринимался как экзотика, и стоило такое чудо соответственно как горсть оксидных алюминиевых или танталовых конденсаторов той же емкости. Развитие технологии позволило за два последних года сразу нескольким фирмам заявить о конвейерном производстве керамических конденсаторов емкостью 100 мкФ и более, причем предел возможности увеличения емкости таких конденсаторов пока не виден. Естественно, что произошло обвальное падение розничных цен на все изделия данной группы, что влечет за собой интерес к вчерашней экзотике.

Одна из новейших технологий производства керамических конденсаторов большой емкости, запатентованная фирмой *Murata* (Япония).

Среди разностороннего семейства керамических конденсаторов наиболее современными являются многослойные. Емкость многослойных керамических конденсаторов определяется в фарадах по формуле:

$$C = E_0(ES_0N)/D,$$

где E_0 — константа диэлектрической проницаемости

вакуума; E — константа диэлектрической проницаемости керамики (материала, используемого в данном случае в виде диэлектрика); S — активная площадь одного электрода (вывода), мм²; N — число слоев диэлектрика; D — толщина слоя диэлектрика, мм.

Из формулы видно, что увеличения емкости конденсатора с керамическим диэлектриком добиваются уменьшением толщины диэлектрика (керамической пластины), увеличением числа электродов (выводов) — создания конденсаторов с несколькими выводами, в том числе трехвыводных, проходных, их активной площади, увеличением диэлектрической проницаемости диэлектрика.

Уменьшение толщины диэлектрика и связанная с этим возможность увеличения количества электродов — основной способ на сегодняшний день увеличения емкости керамического конденсатора. Однако снижение толщины диэлектрика (что известно даже школьнику из курса физики) неизбежно приведет к снижению барьера напряжения пробоя такого конденсатора. Поэтому конденсаторы большой емкости, рассчитанные на высокое рабочее напряжение, трудно найти в розничной сети.

Увеличение числа слоев диэлектрика технически связано с уменьшением толщины единичного слоя. Тенденции развития электронной промышленности, на примере фирмы *Murata*, показывают, что толщина диэлектрического слоя в керамическом конденсаторе уменьшилась (за последние 10 лет) с 10 мкм до 1,8 мкм. В то же время число диэлектрических прослоек достигает сегодня сотни (против одной единственной на заре развития неполярных конденсаторов).

Увеличение активной площади одного электрода приводит к увеличению габаритных размеров, что крайне нежелательно (учитывая, что все больше популярны ЧИП и SMD элементы), к тому же возникает неоправданное удорожание себестоимости изделия.

Увеличение диэлектрической проницаемости при заметном увеличении емкости приводит к ощутимому ухудшению параметра ТКЕ (температурной стабильности) и сильной зависимости емкости неполярного конденсатора от приложенного напряжения.

Зачем вообще нужны неполярные конденсаторы большой емкости? Такой вопрос, полагаю, для специалиста не уместен.

Многослойные неполярные керамические конденсаторы эффективно заменяют танталовые или алюминиевые оксидные конденсаторы для поверхностного монтажа в схемах подавления пульсаций, разделения постоянной и переменной составляющих электрического сигнала, в схемах с интегрирующими цепочками. Однако при возможных заменах необходимо учитывать принципиальные различия между этими группами компонентов, приводящие иногда к бессмысленности замены оксидных электролитических конденсаторов на аналогичные керамические конденсаторы соответствующих параметров емкости и рабочего напряжения. Почему так происходит?

Частотные свойства конденсаторов определяет зависимость их импеданса и эквивалентного последовательного сопротивления (*ESR*) от частоты приложенного сигнала. Существенная разница в импедансе на частотах выше 1 кГц с применением алюминиевых оксидных конденсаторов и свыше 10 Гц с применением танталовых конденсаторов позволяет использовать конденсаторы меньшей емкости для сглаживания пульсаций напряжения (что актуально, например, в импульсных источниках питания). Разница в величине сглаживания паразитных пульсаций синусоидальной формы различных частот, конденсаторами разного типа, но одинаковой емкости (10 мкФ) приведена в табл. 78.

Как видно из таблицы, для обеспечения одинакового с танталовым конденсатором емкостью в 10 мкФ уровня

Таблица 78

**Особенности сглаживания пульсаций
разных типов конденсаторов**

Частота пульсации, кГц	Амплитуда пульсации до конденсатора, В	Выходная амплитуда пульсации, В		
		Алюминиевые оксидные конденсаторы	Танталовые оксидные конденсаторы	Керамические конденсаторы
10	2	0,53	0,2	0,194
100		0,34	0,064	0,016
500		0,35	0,038	0,012
1000		0,33	0,03	0,003

подавления пульсаций, частотой 1 МГц, можно эффективно использовать керамический конденсатор емкостью 1,0–2,2 мкФ. Экономия места на плате и финансовых затрат на приобретение элементов говорят сами за себя.

Низкое эквивалентное последовательное сопротивление и связанные с ним малые потери позволяют значительно нагружать керамические конденсаторы относительно оксидных (электролитических) и вводить первые в действие в неприемлемых для оксидных конденсаторов режимах работы (как известно требуется правильная полярность), несмотря на их значительно более скромные размеры, не вызывая при этом критического для элемента температурного нагрева.

Другим большим плюсом керамических конденсаторов является их способность выдерживать, пусть и кратковременно, высокие напряжения перегрузки, многократно превышающие номинальные. Кто подбирает сглаживающие конденсаторы для импульсного источника питания знает, насколько это важно!

В импульсных источниках в моменты включения и выключения могут генерироваться импульсы, амплитудой в несколько раз превышающей расчетное напряжение, поэтому выбор выходных и переходных оксидных

конденсаторов с большим запасом по напряжению оправдан.

Конденсаторы MLCC 1206 с диэлектриком X5R (10 мкФ на рабочее напряжение 6,3 В) пробиваются постоянным напряжением 120–150 В.

MLCC 1206 Y5V с такими же емкостными и рабочими параметрами пробиваются при постоянном напряжении 310–400 В (такой разброс обусловлен использованием в эксперименте различных образцов конденсаторов).

В то же время алюминиевые и танталовые оксидные конденсаторы емкостью 10 мкФ \times 16 В (эксперимент на примере B43566 — отечественный аналог K50-32 и танталовый СА-42) на практике пробиваются уже при напряжении от 20 В. То же самое происходило при эксперименте с танталовыми конденсаторами 2,2 мкФ \times 16 В — напряжение пробоя также оказалось невысоким — всего 28 В.

Керамические конденсаторы большой емкости производятся с использованием диэлектриков типа X7R/X5R и Y5V. Их отличительной особенностью является сильная зависимость диэлектрической проницаемости и емкости от приложенного напряжения и окружающей температуры. При жестких требованиях к стабильности номинала, например во времязадающих цепях, или при развязке постоянной и переменной составляющих напряжения, на замену оксидным конденсаторам можно рекомендовать разве что керамические с диэлектриком X7R.

Если принять во внимание диапазон рабочих температур керамического конденсатора с таким диэлектриком (–55...+125 °С), оказывается, что его можно и нужно применять в широком спектре географических поясов на территории России как в радиоаппаратуре, рассчитанной на работу на улице в условиях севера, так и в автомобильной технике с ее жесткими требованиями к сохранению работоспособности при относительно высоких температурах.

В табл. 79 приведены сведения о некоторых керамических многослойных конденсаторах с разными диэлектриками. Эти сведения наглядно иллюстрируют области применения и особенности данного типа конденсаторов.

Таблица 79

Некоторые многослойные керамические конденсаторы

Типо- размер	Ди- электрик	Область рабочих температур, °С	Максимальное напряжение U_{\max} , В	Диапазон емкостей	Допустимые отклонения от номинала, %
0603	NPO X7R	-55...+125	250 200	0,5p...4,7H	1, 2, 5, 10, 20
0805	NPO X7R		200...500 500...1000	0,5p...1,5H 1p...5,6H	1, 2, 5, 10
1206	NPO X7R		200...3000 200...1000	1p...3,9H 1p...4,7H	1, 2, 5, 10
1210	NPO X7R		200...1000 200...1000	1p...6,8H 1H...270H	1, 2, 5, 10
1808	NPO X7R		500...2000 500...3000	1p...2,7H 100p...4,7H	1, 2, 5, 10, 20
1812	NPO X7R Y5V	-55...+125 -30...+85	200...3000 200...2000 250	10p...6,8H 100p...560H 10H...560H	5, 10, 20 ± 20 , +80, -20
2220	NPO X7R Y5V	-55...+125 -30...+85	200...2000 250...2000 250	1p...6,8H 100p...470H 10H...470H	5, 10, 20 ± 20 , +80, -20

Резюме. Керамические конденсаторы с диэлектриком X7R используются там, где стабильность менее важна, чем высокое значение емкости. Данный тип используется в радио- и телевизионных приемниках, персональных компьютерах и аудио-видеотехнике, в устройствах телефонной связи, где небольшое изменение емкости при изменении температуры не является критичным.

Керамические конденсаторы с диэлектриком Y5V применяются в случаях, когда допустимы значительные изменения номинала конденсатора в зависимости от температуры. Такие конденсаторы могут иметь очень большую емкость (сотни мкФ).

Конденсаторы с диэлектриком Z5U являются родственными предыдущему типу; применяется главным образом в фильтрующих цепях радиоустройств различного назначения.

Во всех других случаях уместно применение керамических конденсаторов с диэлектриком NPO (COG) — самая высокая температурная стабильность и максимальное отсутствие зависимости емкости от частоты и приложенного напряжения; вместе с тем невысокое значение возможных емкостей. Эти конденсаторы температурно-независимой группы применяются в радиочастотных генераторах, высокоточных таймерах, устройствах высокой стабильности.

Для сглаживающего конденсатора (при использовании в источниках питания) стабильность номинала не является критическим параметром. Поэтому можно рассчитывать на высокую востребованность для этих целей керамических конденсаторов на основе менее стабильного диэлектрика (керамического) Y5V, но зато можно получить компоненты меньшего размера и стоимости.

Кроме конденсаторов, производящихся *Murata*, аналогичные характеристики имеют керамические конденсаторы фирм *Hitano*, *Samsung Electro Mechanics*, *Epros*, *Philips* с соответствующими диэлектриками.

Сегодня выпускаются различные типы многослойных керамических конденсаторов:

- для подавления электромагнитных помех, серий GA355D/GA355X(GB/GC), GA342D, GA343D, GA355D(GD/GF), например GA355DR7GC101KY02L;
- для поверхностного монтажа, серий GRM21, GRM31, GRM32, GRM43, GRM55, например, GRM31A5C2J101JW01D;

- общего назначения O201-2220;
- высокочастотные серии HQF.

Для практических целей подбора многослойных керамических конденсаторов необходимо разбираться в их маркировке и технических характеристиках (табл. 80).

Таблица 80

**Технические характеристики керамических
многослойных конденсаторов с разными диэлектриками**

Диэлектрик	TKE	Коэффициент диссипации при $T = +25\text{ }^{\circ}\text{C}$	Предельные характеристики диэлектрика	Допустимая погрешность при длительной эксплуатации (1000 ч, 200% раб. напр.)	Сопротивление изоляции при $T = +25\text{ }^{\circ}\text{C}$
NPO	$0 \pm 30 \text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$ $-50 \dots +125\text{ }^{\circ}\text{C}$	0,15% max при $f =$ $= 1\text{ кГц}$	300% рабочего напряжения	$\pm 3\%$ при $+125\text{ }^{\circ}\text{C}$	100 ГОм
X7R	$\pm 15\%$ $-55 \dots +125\text{ }^{\circ}\text{C}$	2,5% при $f =$ $= 1\text{ кГц}$	на 5 с при 50 мА зарядного тока	$\pm 3\%$ при $+125\text{ }^{\circ}\text{C}$	100 ГОм
Z5U	$+22 - 56\%$ $+10 \dots +85\text{ }^{\circ}\text{C}$	5% при $f = 1\text{ кГц}$	250% рабочего напряжения	$\pm 3\%$ при $+85\text{ }^{\circ}\text{C}$	10 ГОм
Y5V	$+22 - 82\%$ $-30 \dots +85\text{ }^{\circ}\text{C}$	5% при $f = 1\text{ кГц}$	на 5 с при 50 мА зарядного тока	$\pm 3\%$ при $+85\text{ }^{\circ}\text{C}$	10 ГОм

Ниже, на примере одного обозначения, приведена расшифровка маркировки таких конденсаторов:

$$\begin{array}{ccccccccc} \text{R15} & \text{Z} & \text{104} & \text{M} & \text{1H} & \text{A} & \text{5} & & \\ \text{1} & \text{2} & \text{3} & \text{4} & \text{5} & \text{6} & \text{7} & & \end{array}$$

где:

1 — размер R15, R20;

2 — диэлектрик N = NPO, W = X7R, Z = Z5U, Y = Y5V;

- 3 — номинал $10 \text{ пФ} = 100$, $100 \text{ пФ} = 101$, $1000 \text{ пФ} = 102$, $2200 \text{ пФ} = 223$, $100\,000 \text{ пФ} = 104$;
- 4 — допуск $J = \pm 5\%$, $K = \pm 10\%$, $M = \pm 20$, $Z = +80\ldots -20\%$;
- 5 — рабочее напряжение $1E = 25 \text{ В}$, $1H = 50 \text{ В}$, $2A = 100 \text{ В}$;
- 6 — форма выводов L, Y, H;
- 7 — расстояние между выводами $2 = 2,54 \pm 0,8 \text{ мм}$, $5 = 5,08 \pm 0,8 \text{ мм}$.

Трехвыводные проходные конденсаторы в цепях питания высокочастотных устройств. Проходные конденсаторы не новость в радиоэлектронной промышленности — они были открыты сразу за обычными двухобкладочными конденсаторами и находили применение в высокочастотных узлах ламповых устройств аппаратуры связи. Сегодня значение проходных конденсаторов представляется в новом ракурсе.

Увеличение рабочих частот цифровых интегральных схем является сейчас основной устойчивой тенденцией в электронике. Для уменьшения влияния помех на микросхемы устройства необходима стабилизация питания высокочастотных устройств и снижение влияния их работы на остальную часть электронного узла (развязка по питанию). Обычно для таких целей используются многослойные керамические конденсаторы, монтируемые непосредственно в цепи питания высокочастотных узлов и рядом с многоцелевыми микросхемами. На частотах свыше 10 МГц эффективность фильтрации пульсации резко падает из-за импеданса конденсатора (из-за его внутренней индуктивности) — последовательного индуктивного сопротивления. И хотя специалисты-практики устанавливают чип-конденсаторы по питанию даже на частотах $2\text{--}3 \text{ ГГц}$ и утверждают, что нет необходимости устанавливать сглаживающие конденсаторы на частотах свыше 10 МГц , якобы таким эффектом можно пренебречь, речь идет об установке одного высокоэффективного проходного конденсатора вместо нескольких обычных чип-конденсаторов.

В случаях, когда источник питания удален от микросхем, работающих с сигналами высокой частоты, установка сглаживающих элементов необходима. Часто можно заметить на современных печатных платах «обвеску» микросхем, работающих на высокой частоте, многочисленными чип-конденсаторами, соединенными параллельно. Выводные (керамические, дисковые и подобные им) конденсаторы в данном случае применять нельзя из-за дополнительной индуктивности их выводов, существенно влияющих на помехи высокочастотного узла. Особенно помеха и наводки хорошо фиксируются приборами при удалении электронного высокочастотного узла от источника питания.

Производители конденсаторов для решения этой проблемы выпускают специальные серии конденсаторов с максимально сниженной эквивалентной индуктивностью (ESL). При этом выводы таких чип-конденсаторов располагаются по длинной стороне их корпуса, что позволяет снизить эквивалентную индуктивность примерно вдвое, относительно тех типов, где выводы располагаются по коротким торцевым сторонам корпуса.

Однако, если устройство предназначено для работы в частотном диапазоне более 100 МГц, такого подхода недостаточно. Фирма *Murata* предложила свою разработку серии трехвыводных проходных конденсаторов высокой емкости. Это компактные чип-компоненты размерами 2,0×1,25 мм на основе диэлектрика X7R.

Сравнение конденсатора новой серии NFM18P с обычным многослойным керамическим конденсатором на практике показывает почти 10-кратное снижение импеданса у нового типа конденсатора на высоких частотах свыше 100 МГц, связанное со сниженной конструктивной индуктивностью.

Для примера приведу простой эксперимент, который может быть повторен в любой оснащенной лаборатории. Нужен источник питания, высокочастотный осциллограф и генератор с частотой 10 МГц, который можно

собрать самостоятельно с микросхемой технологии КМОП. Подключим параллельно стабилизированному источнику питания с фиксированным постоянным напряжением 5 В любой генератор. Мной использовался генератор на микросхеме КР1561ЛЕ5, выдающий на выходе прямоугольные импульсы. Длина неэкранированных проводников от источника питания до генератора — 1 м. Осциллографом зафиксируем уровень высокочастотных пульсаций на выводе питания микросхемы. Суть эксперимента иллюстрируют осциллограммы на рис. 6.

Амплитуда пульсаций составит примерно 1 В, причем частота данной помехи соответствует частоте выходных импульсов генератора.

Теперь подключим параллельно выводам питания микросхемы многослойный керамический конденсатор MLCC 1206 X5R и снова обратимся к осциллографу. Частота помехи сохраняется, но ее амплитуда уменьшилась до значения 0,65 В. Теперь вместо многослойного конденсатора с диэлектриком X5R включим проходной конденсатор NFM18PC105R — здесь проходной конденсатор включен в качестве фильтра — и замерим показания осциллографом в той же точке — непосредственно у выводов конденсатора, установленного вблизи микросхемы.

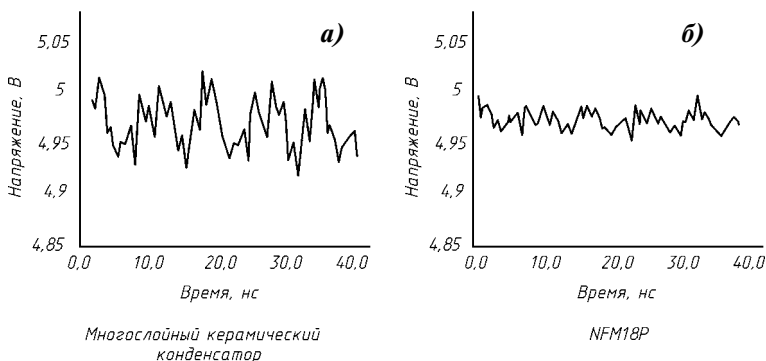


Рис. 6. Осциллограммы уровней сигнала помех на обкладках многослойного (а) и трехвыводного (б) конденсатора *Murata*

Уровень пульсаций сократился до значения 0,3 В. Примерно тот же эффект получается, если параллельно выводам питания (непосредственно у выводов) генерирующей 10 МГц импульсы микросхемы, установить десяток многослойных керамических конденсаторов марки MLCC 0201-2220 с диэлектриком X7R. Так вот, один трехвыводной конденсатор марки NFM18P заменяет по качеству фильтрации высокочастотных помех десять двухобкладочных (трехвыводных — вывод от средней точки) многослойных конденсаторов. Причем, если есть возможность менять частоту генерации — убедитесь, что с увеличением частоты высокочастотной помехи уровень пульсаций падает и наоборот.

Следует особо отметить высокую для номиналов 0,1–1,0 мкФ стабильность емкости (благодаря данному

Таблица 81

**Основные электрические характеристики
трехвыводных проходных конденсаторов**

Тип	Размер, мм	Ем- кость, мкФ	Допуск, %	I_{\max} , А	U_{\max} , В	Диапазон рабочих температур, °C
NFM18PC104R1C	1,6×0,8	0,1	±20	2	16	–55...+125
NFM18PC224R0J3	1,6×0,8	0,22	±20	2	6,3	–55...+125
NFM18PC474R0J3	1,6×0,8	0,47	±20	2	6,3	–55...+125
NFM18PC105R0J3	1,6×0,8	1	±20	2	6,3	–55...+125
NFM21PC104R1E3	2,0×1,25	0,1	±20	2	25	–55...+125
NFM21PC224R1C3	2,0×1,25	0,22	±20	2	16	–55...+125
NFM21PC474R1C3	2,0×1,25	0,47	±20	2	16	–55...+125
NFM21PC105B1A3	2,0×1,25	1	±20	4	10	–55...+125
NFM21PC105F1C3	2,0×1,25	1	–20...+80	2	16	–55...+85
NFM3DPC223R1H2	3,2×1,25	0,022	±20	2	50	–55...+85
NFM41PC204F1H3	4,5×1,6	0,2	–20...+80	2	50	–55...+85
NFM55PC155F1H4	5,7×5,0	1,5	–20...+80	6	50	–55...+85

типу диэлектрика). Малые габариты, высокая нагрузочная способность (ток до 6 А), низкий импеданс на частотах свыше 10 МГц делает использование проходных трехвыводных конденсаторов эффективным и привлекательным в высокочастотных узлах и практически пока безальтернативным в современных компактных устройствах, таких, как портативные ВЧ/СВЧ передатчики, радиостанции, игровые приставки, компьютеры и подобные им устройства. В табл. 81 представлены основные электрические характеристики некоторых изделий.

Подробные справочные данные по многослойным керамическим конденсаторам большой емкости можно найти в справочной литературе.

Перспектива применения конденсаторов. Электронные компоненты на основе так называемых «твердых элементов» в недалеком будущем начнут вытеснять традиционные, производимые на основе сегодняшних технологий. Уже есть откровенно твердое алкогольное мороженое, твердое пиво, сухой твердый спирт, и вот теперь японские и американские технологи почти одновременно получили особый «твердый электролит», созданный из порошковой смеси различных металлов и специальных полимеров, модификации которого применяют в гальванических элементах и конденсаторах сверхбольших емкостей.

Гальванический элемент из твердого материала при толщине в 1 микрон дает напряжение до полувольта. Батарея из таких элементов толщиной 0,1 мм и площадью 2 см² дает постоянное напряжение до 70 В. Не менее интересно применение «твердых электролитов» для производства новых типов конденсаторов, удельная емкость которых в тысячи раз превзойдет существующие.

Электронным компонентам, созданным по новой технологии, можно придавать любую геометрическую форму, что позволит «вписывать» их в печатные платы, а также размещать их поверх других компонентов, увеличивая в десятки раз плотность монтажа.

32. Прочие элементы. Справочные данные

В табл. 82 представлены справочные данные по взаимозаменам отечественных и зарубежных приборов, которые имеют специальное назначения и не вошли в размещенные выше таблицы.

Таблица 82

Справочные данные по взаимозаменам отечественных и зарубежных приборов, которые имеют специальное назначения и не вошли в размещенные выше таблицы

Зарубежные приборы		Отечеств. аналоги	Зарубежные приборы		Отечеств. аналоги
LDR03	фоторезистор	СФЗ-9А	BPW34	pin-фотодиод	ФД-24К
LDR05	фоторезистор	СФЗ-1	БРУ78	фототиристор	ТФ5-1
LDR07	фоторезистор	СФЗ-9А	IL111	оптрон	АОТ123А
BPW17/9, BXP25	фототранзистор	ФТГ-3, ФТ-1К	OP190	ИК диод	АЛ119А
			1N6264	светодиод	АЛ107А
МОС3022	оптореле	АОУ115Г	CQY89	ИК диод	АЛ156А

33. Линейные стабилизаторы напряжения широкого применения

Ниже приводятся краткие данные, позволяющие разработчику сориентироваться в этом море предлагаемых микросхем.

Положительные относительно общего провода Регулируемые

LT1020, 100 мА — микромощный стабилизатор и компаратор;
LT1020CS, 100 мА — микромощны и стабилизатор и компаратор;

LT1083-ADJ, 7,5 А — стабилизатор с малым падением напряжения;

LT1084-ADJ, 5 А — стабилизатор с малым падением напряжения;

LT1085-ADJ, 3 А — стабилизатор с малым падением напряжения;

- LT1086, 1,5 А — стабилизатор с малым падением напряжения регулируемый и фиксированный на 2,85; 3,3; 3,6; 5; 12 В;
- LT1087, 5 А — стабилизатор с малым падением напряжения с температурно-чувствительным входом;
- LT1117, 800 мА — стабилизатор с малым падением напряжения;
- LT1120A, 100 мА — микромощный регулятор и компаратор с режимом Shutdown;
- LT1120, 100 мА — микромощный регулятор и компаратор с режимом Shutdown;
- LT1121, 150 мА — микромощный стабилизатор с малым падением напряжения и режимом Shutdown;
- LT1129, 700 мА — микромощный стабилизатор с малым падением напряжения и режимом Shutdown;
- LT1521, 300 мА — стабилизатор с малым падением напряжения и микропотреблением;
- LT1529, 3 А — стабилизатор с малым падением напряжения, микропотреблением и режимом Shutdown;
- LT1579, 300 мА — двоянный регулятор для батарейных источников питания;
- LT1580, 7 А — стабилизатор с малым падением нэп ряжения;
- LT1581, 10 А — стабилизатор с малым падением нэп ряжения;
- LT1584, 7 А — стабилизаторсмалым падением напряжения и быстрым откликом;
- LT1585, 4,6 А — стабилизатор с малым падением напряжения и быстрым откликом, регулируемый и фиксированный;
- LT1585A, 5 А — стабилизатор с малым падением напряжения и быстрым откликом;
- LT1587, 3 А — стабилизаторсмалым падением напряжения и быстрым откликом, регулируемый и фиксированный;
- LT1761, 100 мА — стабилизатор с малым уровнем шумов и микропотреблением в SOT-23;
- LT1762 Series, 150 мА — регулятор с микропотреблением и малым уровнем шумов;
- LT1763 Series, 500 мА — регулятор с микропотреблением и малым уровнем шумов.

На фиксированное напряжение 1,5 В

- LT1585A-1,5 — фиксированный стабилизатор на 1,5 В, 4,6 А и 5 А с малым падением напряжения и быстрым откликом;

- LT1587, 3A — фиксированный и регулируемый стабилизатор на 3 А с малым падением напряжения и быстрым откликом;
LT1587-1,5 — фиксированный стабилизатор на 1,5 В, 3 А с малым падением напряжения и быстрым откликом.

На фиксированное напряжение 2,5 В

- LT1118-2.5 — малое IQ, малое падение напряжения, стабилизированный источник/приемник тока, фиксированные 2,5 В;
LT1580-2.5, 7 А — стабилизатор с очень малым падением напряжения, фиксированный на 2,5 В;
LT1581-2.5, 10 А — стабилизатор с очень малым падением напряжения, фиксированный на 2,5 В;
LT1761, 100 мА — маломощный с малым падением напряжения и микропотреблением в корпусе SOT-23;
LT1762 Series, 150 мА — маломощный с малым падением напряжения и микропотреблением;
LT1763 Series, 500 мА — маломощный с малым падением напряжения и микропотреблением.

На фиксированное напряжение 2,85 В

- LT1086, 1,5A — регулируемый и фиксированный стабилизатор малым падением напряжения на 2,85; 3,3; 3,6; 5; 12 В;
LT1117-2,85, 800 мА — стабилизатор с малым падением напряжения на 2,85 В;
LT1118-2,85 — малое IQ, малое падение напряжения, 800 мА, стабилизированный источник/приемник тока, фиксированные 2,85 В.

На фиксированное напряжение 3 В

- LT1761, 100 мА — маломощный с малым падением напряжения и микропотреблением в корпусе SOT-23;
LT1762 Series, 150 мА — маломощный с малым падением напряжения и микропотреблением;
LT1763 Series, 500 мА — маломощный с малым падением напряжения и микропотреблением.

На фиксированное напряжение 3,3 В

- LT1084-FIXED, 5 А — фиксированный с малым падением напряжения;

- LT1085-FIXED, 3 А — фиксированный с малым падением напряжения;
- LT1086, 1,5 А — регулируемый и фиксированный с малым падением напряжения на 2,85; 3,3; 3,6; 5; 12 В;
- LT1117-3.3, 800 мА — фиксированный с малым падением напряжения;
- LT1121-3.3 — микромощный фиксированный с малым падением напряжения и режимом Shutdown;
- LT1129-3.3, 700 мА — микромощный фиксированный с малым падением напряжения и режимом Shutdown;
- LT1521-3.3, 300 мА — микромощный фиксированный с малым падением напряжения;
- LT1528, 3 А — фиксированный с малым падением напряжения для использования с микропроцессорами;
- LT1529-3.3, 3 А — микромощный фиксированный с малым падением напряжения и режимом Shutdown;
- LT1584, 7 А — стабилизатор с малым падением напряжения и быстрым откликом, регулируемый;
- LT1585, 4,6 А — стабилизатор с малым падением напряжения и быстрым откликом, регулируемый и фиксированный;
- LT1585A-3.3, 5 А — стабилизатор с малым падением напряжения и быстрым откликом, фиксированный на 3,3 В;
- LT1587, 3 А — регулируемый и фиксированный стабилизатор с малым падением напряжения и быстрым откликом;
- LT1761, 100 мА — малошумящий с малым падением напряжения в корпусе SOT-23;
- LT1762 Series, 150 мА — малошумящий, с малым падением напряжения и микропотреблением;
- LT1763 Series, 500 мА — малошумящий, с малым падением напряжения и микропотреблением.

На фиксированное напряжение 3,38 В

- LT1584, 7 А — стабилизатор с малым падением напряжения и быстрым откликом, регулируемый;
- LT1585, 4,6 А — стабилизатор с малым падением напряжения и быстрым откликом, регулируемый и фиксированный.

На фиксированное напряжение 3,45 В

- LT1584, 7 А — стабилизатор с малым падением напряжения и быстрым откликом, регулируемый;

- LT1585, 4,6 А — стабилизатор с малым падением напряжения и быстрым откликом, регулируемый и фиксированный;
LT1587, 3 А — стабилизатор с малым падением напряжения и быстрым откликом, регулируемый и фиксированный.

На фиксированное напряжение 3,6 В

- LT1085-FIXED, 3 А — стабилизатор с малым падением напряжения фиксированный;
LT1086, 1,5 А — стабилизатор с малым падением напряжения и быстрым откликом, регулируемый и фиксированный на 2,85; 3,3; 3,6; 5; 12 В;
LT1584, 7 А — стабилизатор с малым падением напряжения и быстрым откликом, регулируемый;
LT1585, 4,6 А — стабилизатор с малым падением напряжения и быстрым откликом, регулируемый и фиксированный;
LT1587, 3 А — стабилизатор с малым падением напряжения и быстрым откликом, регулируемый и фиксированный.

На фиксированное напряжение 5 В

- LT1083-FIXED, 7,5 А — стабилизатор с малым падением напряжения фиксированный;
LT1084-FIXED, 5 А — стабилизатор с малым падением напряжения фиксированный;
LT1085-FIXED, 3 А — стабилизатор с малым падением напряжения фиксированный;
LT1086, 1,5 А — стабилизатор с малым падением напряжения и быстрым откликом, регулируемый и фиксированный на 2,85; 3,3; 3,6; 5; 12 В;
LT1117-5, 800 мА — стабилизатор с малым падением напряжения фиксированный;
LT1118-5 — малое IQ, малое падение напряжения, 800 мА — стабилизированный источник/приемник тока, фиксированные 5 В;
LT1121-5, 150 мА — микропотребляющий с малым падением напряжения фиксированный с режимом Shutdown;
LT1123, 5 В — драйвер с малым падением напряжения;
LT1129-5, 700 мА — микропотребляющий с малым падением напряжения фиксированный с режимом Shutdown;
LT1529-5, 3 А — стабилизатор с малым падением напряжения, малым током и режимом Shutdown;
LT1761, 100 мА — малощумящий с малым падением напряжения и микропотреблением в корпусе SOT-23;

LT1762 Series, 150 мА — малошумящий с малым падением напряжения и микропотреблением;

LT1763 Series, 500 мА — малошумящий с малым падением напряжения и микропотреблением.

На фиксированное напряжение 12 В

LT1083-FIXED, 7,5 А — стабилизатор с малым падением напряжения, фиксированный;

LT1084-FIXED, 5 А — стабилизатор с малым падением напряжения, фиксированный;

LT1085-FIXED, 3 А — стабилизатор с малым падением напряжения фиксированный;

LT1086, 1,5 А — стабилизатор с малым падением напряжения и быстрым откликом, регулируемый и фиксированный на 2,85; 3,3; 3,6; 5; 12 В.

Сверхбыстрые для питания контроллеров ЦПУ

LT1573 — драйвер с малым падением напряжения;

LT1575 — сверхбыстрый (tm) фиксированный и регулируемый контроллер;

LT1577 — сдвоенный сверхбыстрый (tm) фиксированный и регулируемый контроллер.

С малым падением для удаленных цепей с отдельной цепью обратной связи

LT1087, 5 А — регулируемый с малым падением и термочувствительными входами;

LT1038, 10 А — регулируемый стабилизатор.

На фиксированное напряжение 5 В

LT1003, 5 В, 5 А — регулятор напряжения.

С управлением логическим сигналом

LT1035, 3 А — контроллер с логическим управлением;

LT1036, 3 В — контроллер с логическим управлением.

Отрицательные относительно общего провода

С малым падением регулируемые

LT1175, 500 мА — отрицательный с малым падением напряжения, микропотребляющий;

LT1185, 3 А — стабилизатор с малым падением напряжения и регулируемым ограничением по выходному току.

С малым падением фиксированные на –5 В

LT1175, 500 мА — отрицательный с малым падением напряжения, микропотребляющий.

Со стандартным падением регулируемые

LT1033, 3А — отрицательный регулируемый;

LT1761, 100 мА — малощумящий с малым падением напряжения и микропотреблением в корпусе SOT-23.

34. Маркировка SMD элементов

Электронные компоненты для поверхностного монтажа прочно вошли в нашу жизнь, и сегодня занимают не менее 70% от числа всех производимых промышленностью электронных приборов и устройств. Чтобы ярко представить себе вид этих приборов, достаточно открыть корпус любого современного устройства, например, мобильного телефона. В далеком прошлом элементы SMD можно было увидеть разве что в наручных электронных часах и разработках ВПК.

Сегодня любой современный печатный монтаж, сделанный производственным способом (т.е. серийно), немыслим без этих электронных компонентов, имеющих малые размеры и поверхностный монтаж на плате. От этого они получили названия планарных элементов в SMD (SMT) корпусах. Радиолюбители массово не применяют эти элементы в своих конструкциях именно из-за трудностей монтажа (используется технология насыщения, минимизация и интеграция дорожек и мест для пайки элементов в печатном монтаже). А для ремонтников-профессионалов радиоаппаратуры и радиолюбителей с достаточными навыками и опытом, SMD элементы — основной рабочий материал.

Как правильно определять тип установленного в плату SMD-прибора по его маркировке, быстро и правильно найти замену, подскажет материал в этой статье.

Поскольку внешне многие корпуса похожи друг на друга, важнейшее значение приобретают их размеры,

а для идентификации прибора необходимо знать не только маркировку, но и тип корпуса.

Возможны ситуации, когда фирмы-производители в один и тот же корпус под одной и той же маркировкой помещают разные по назначению и электрическим характеристикам приборы.

Так фирма *Philips* помещает в корпус SOT-323 мини транзистор *n-p-n* проводимости BC818W и внешне маркирует его кодом H6, а фирма *Motorola* в такой же корпус с точно такой же маркировкой H6 помещает *p-n-p* транзистор MUN5131T1. Можно спорить о частоте таких совпадений, но они не редки и встречаются даже внутри одной фирмы-производителя. Так, у фирмы *Siemens* в корпусе SOT-23 (аналог КТ-46) с маркировкой 1A выпускаются транзисторы BC846A и SMBT3904, естественно, с разными электрическими параметрами. Различить такие «совпадения» на плате можно только по опыту общения с ними, по окружающим их компонентам обвески и схеме включения.

К сожалению, иногда путаница наблюдается и с цоколевкой выводов элементов в одинаковых SMD корпусах, выпускающихся разными фирмами. Это происходит из-за неоправданно большого (на сегодняшний день) количества действующих стандартов, регламентирующих требования к таким корпусам. Практически каждая фирма-производитель (зарубежный) работает по своим стандартам.

Это происходит потому, что органы стандартизации не успевают за новыми разработками производителей. От этой ситуации нельзя собрать качественный урожай и путь прогресса уже идет к единой стандартизации корпусов и обозначений элементов для поверхностного монтажа. А пока встречаются элементы, корпус которых имеет стандартные размеры, но нестандартное название.

Корпуса с одним и тем же названием могут иметь разную высоту. Объясняется это необходимостью, например, для конденсаторов в зависимости от емкости

и рабочего напряжения, для резисторов — от величины рассеиваемой мощности.

В табл. 83–84 представлены транзисторы в корпусах SOT. SOT (SOD) — Small Outline Transistor (Diode) означает «транзистор (диод) с миниатюрными выводами». Для поверхностного монтажа в миниатюрных корпусах представлен весь спектр дискретных элементов, а также различных микросборок. Так, в корпуса SOT помещают не только транзисторы (в том числе изготовленные по технологии МОП полевые) и диоды, но и оптоэлектронные приборы различного назначения, транзисторы с резисторами, составные и объединенные транзисторы Дарлингтона, стабилитроны, целые схемы стабилизаторов напряжения, переключатели, коммутаторы и даже операционные усилители, где количество выводов не превышает трех.

Обозначения корпусов транзисторов для поверхностного монтажа не ограничиваются аббревиатурой SOT (SOD, SC-70, TO-253 и др.) — их основное отличие в типоразмерах и расположении выводов на корпусе.

Большинство из SMD транзисторов можно заменить аналогами, а также обычными дискретными транзисторами, зная электрические характеристики возможных замен.

Так, отечественные приборы КТ1329, КТ1330, КТ1331, КТ3139А9, КТ3130А9 и др. в SMD корпусах можно в соответствующих случаях заменить дискретными КТ502, КТ503, КТ3102, КТ3107, КТ3117 в соответствии с параметрами и проводимостью.

Таблица 83

**Маркировка некоторых SMD транзисторов
и соответствие взаимозамен**

Обозначение на корпусе	Тип транзистора	Аналог по электрическим характеристикам
15	MMBT3960	2N3960
1A	BC846A	BC546A

Продолжение табл. 83

Обозначение на корпусе	Тип транзистора	Аналог по электрическим характеристикам
1B	BC846B	BC546B
1C	MMBTA20	MPSA20
1D	BC846	—
1E	BC847A	BC547A
1F	BC847B	BC547B
1G	BC847C	BC547C
1H	BC847	—
1J	BC848A	BC548A
1K	BC848B	BC548B
1L	BC848C	BC548C
1M	BC848	—
1P	FMMT2222A	2N2222A
1T	MMBT3960A	2N3960A
1X	MMBT930	—
1Y	MMBT3903	2N3903
2A	FMMT3906	2N3906
2B	BC849B	BC549B
2C	BC849C	BC549C/BC109C/MMBTA70
2E	FMMTA93	—
2F	BC850B	BC550B
2G	BC850C	BC550C
2J	MMBT3640	2N3640
2K	MMBT8598	—
2M	MMBT404	—
2N	MMBT404A	—
2T	MMBT4403	2N4403
2W	MMBT8599	—
2X	MMBT4401	2N4401
3A	BC856A	BC556A
3B	BC856B	BC556B

Продолжение табл. 83

Обозначение на корпусе	Тип транзистора	Аналог по электрическим характеристикам
3D	BC856	—
3E	BC857A	BC557A
3F	BC857B	BC557B
3G	BC857C	BC557C
3J	BC858A	BC558A
3K	BC858B	BC558B
3L	BC858C	BC558C
3S	MMBT5551	—
4A	BC859A	BC559A
4B	BC859B	BC559B
4C	BC859C	BC559C
4E	BC860A	BC560A
4F	BC860B	BC560B
4G	BC860C	BC560C
4J	FMMT38A	—
449	FMMT449	—
489	FMMT489	—
491	FMMT491	—
493	FMMT493	—
5A	BC807-16	BC327-16
5B	BC807-25	BC327-25
5C	BC807-40	BC327-40
5E	BC808-16	BC328-16
5F	BC808-25	BC328-25
5G	BC808-40	BC328-40
549	FMMT549	—
589	FMMT589	—
591	FMMT591	—
593	FMMT593	—
6A	BC817-16	BC337-16

Продолжение табл. 83

Обозначение на корпусе	Тип транзистора	Аналог по электрическим характеристикам
6B	BC817-25	BC337-25
6C	BC817-40	BC337-40
6E	BC818-16	BC338-16
6F	BC818-25	BC338-25
6G	BC818-40	BC338-40
9	BC849BLT1	—
AA	BCW60A	BC636 / BCW60A
AB	BCW60B	—
AC	BCW60C	BC548B
AD	BCW60D	—
AE	BCX52	—
AG	BCX70G	—
AH	BCX70H	—
AJ	BCX70J	—
AK	BCX70K	—
AL	MMBTA55	—
AM	BSS64	2N3638
AS1	BST50	BSR50
B2	BSV52	2N2369A
BA	BCW61A	BC635
BB	BCW61B	—
BC	BCW61C	—
BD	BCW61D	—
BE	BCX55	—
BG	BCX71G	—
BH	BCX71H	BC639
BJ	BCX71J	—
BK	BCX71K	—
BN	MMBT3638A	2N3638A
BR2	BSR31	2N4031

Продолжение табл. 83

Обозначение на корпусе	Тип транзистора	Аналог по электрическим характеристикам
C1	BCW29	—
C2	BCW30	BC178B/BC558B
C5	MMBA811C5	—
C6	MMBA811C6	—
C7	BCF29	—
C8	BCF30	—
CE	BSS79B	—
CEC	BC869	BC369
CF	BSS79C	—
CH	BSS82B/BSS80B	—
CJ	BSS80C	—
CM	BSS82C	—
D1	BCW31	BC108A/BC548A
D2	BCW32	BC108A/BC548A
D3	BCW33	BC108C/BC548C
D6	MMBC1622D6	—
D7	BCF32	—
D8	BCF33	BC549C/BCY58/MMBC1622D8
DA	BCW67A	—
DB	BCW67B	—
DC	BCW67C	—
DE	BFN18	—
DF	BCW68F	—
DG	BCW68G	—
DH	BCW68H	—
E1	BFS17	BFY90/BFW92
EA	BCW65A	—
EB	BCW65B	—
EC	BCW65C	—
ED	BCW65C	—

Продолжение табл. 83

Обозначение на корпусе	Тип транзистора	Аналог по электрическим характеристикам
EF	BCW66F	—
EG	BCW66G	—
EH	BCW66H	—
F1	MMBC1009F1	—
F3	MMBC1009F3	—
FA	BFQ17	BFW16A
FD	BCV26	MPSA64
FE	BCV46	MPSA77
FF	BCV27	MPSA14
FG	BCV47	MPSA27
GF	BFR92P	—
H1	BCW69	—
H2	BCW70	BC557B
H3	BCW89	—
H7	BCF70	—
K1	BCW71	BC547A
K2	BCW72	BC547B
K3	BCW81	—
K4	BCW71R	—
K7	BCV71	—
K8	BCV72	—
K9	BCF81	—
L1	BSS65	—
L2	BSS70	—
L3	MMBC1323L3	—
L4	MMBC1623L4	—
L5	MMBC1623L5	—
L6	MMBC1623L6	—
L7	MMBC1623L7	—
M3	MMBA812M3	—

Продолжение табл. 83

Обозначение на корпусе	Тип транзистора	Аналог по электрическим характеристикам
M4	MMBA812M4	—
M5	MMBA812M5	—
M6	BSR58/MMBA812M6	2N4858
M7	MMBA812M7	—
O2	BST82	—
P1	BFR92	BFR90
P2	BFR92A	BFR90
P5	FMMT2369A	2N2369A
Q3	MMBC1321Q3	—
Q4	MMBC1321Q4	—
Q5	MMBC1321Q5	—
R1	BFR93	BFR91
R2	BFR93A	BFR91
S1A	SMBT3904	—
S1D	SMBTA42	—
S2	MMBA813S2	—
S2A	SMBT3906	—
S2D	SMBTA92	—
S2F	SMBT2907A	—
S3	MMBA813S3	—
S4	MMBA813S4	—
T1	BCX17	BC327
T2	BCX18	—
T7	BSR15	2N2907A
T8	BSR16	2N2907A
U1	BCX19	BC337
U2	BCX20	—
U7	BSR13	2N2222A
U8	BSR14	2N2222A
U9	BSR17	—

Окончание табл. 83

Обозначение на корпусе	Тип транзистора	Аналог по электрическим характеристикам
U92	BSR17A	2N3904
Z2V	FMMTA64	—
ZD	MMBT4125	2N4125

Примечания.

В таблице представлен далеко не полный спектр активных приборов в SMD корпусах. Не представлены, например, часто встречающиеся приборы с обозначениями LL, SG, AFR и др. Обозначений и серий транзисторов для поверхностного монтажа великое множество и в данной книге полный их перечень неоправданно занял бы внимание читателей.

Данные по SMD транзисторам можно самостоятельно получить в справочной литературе.

Таблица 84

Маркировка SMD транзисторов широкого применения

Наименование	Маркировка	Структура	$U_{кэ\text{откр}}$, В	$I_{к\text{ const}}$, мА	$K_{\text{передачи}}$ при $I_{к} = 2 \text{ мА}$ и $U_{кэ} = 5 \text{ В}$	$F_{гр}$, МГц	Корпус
BC847C	1Gr	<i>n-p-n</i>	45	100	520–800	100	SOT 23
BC847B	1Fr	<i>n-p-n</i>	45	100	200–450	100	SOT 23
BC857C	3Gr	<i>p-n-p</i>	45	100	420–800	100	SOT 23
BC857B	3Fr	<i>p-n-p</i>	45	100	220–475	100	SOT 23
BC847BW	1F	<i>n-p-n</i>	45	100	220–475	100	SOT 323
BC857BW	3F	<i>p-n-p</i>	45	100	220–475	100	SOT 323
BC807- 40	5C	<i>p-n-p</i>	45	500	250–600	100	SOT 23
BC817- 40	6C	<i>n-p-n</i>	45	500	250–600	100	SOT 23
MMBT2222ALT1	1P	<i>n-p-n</i>	40	600	75–300	300	SOT 23
MBT3904LT1	1AM	<i>n-p-n</i>	40	200	100–300	100	SOT 23
MBT3906LT1	2A	<i>p-n-p</i>	40	200	100–300	100	SOT 23
BC850CW	2G	<i>n-p-n</i>	45	100	520–800	100	SOT 323
BC860CW	4G	<i>p-n-p</i>	45	100	420–700	100	SOT 323
MMBT42LT1	1D	<i>n-p-n</i>	300	500	> 25	50	SOT 23
MMBT92LT1	2D	<i>p-n-p</i>	–300	500	> 25	50	SOT 23

Таблица 85

Маркировка некоторых высоковольтных SMD транзисторов

Наименование	Маркировка	Структура	$U_{кэ\text{откр}}$, В	$I_{к\text{const}}$, мА	$K_{\text{передачи}}$ при $I_k = 2 \text{ мА}$ и $U_{кэ} = 5 \text{ В}$	Корпус
BC847CDW1T1	1G	$2 \times n-p-n$	45	100	420–800 при 100 МГц	SOT363
BC857BDW1T1	3G	$2 \times p-n-p$	45	100	420–800 при 100 МГц	SOT363
UFM5N	F5	$p-n-p$ и $n-p-n$	12 и 50	500 и 30	270–680 и min 68 при 250 МГц	SOT363

Таблица 86

Маркировка некоторых высоковольтных SMD транзисторов

Наименование	Маркировка	$U_{кэ\text{откр}}$, В	$I_{к\text{max}}$, мА	$K_{\text{передачи}}$ на 900 МГц	Граничная частота, ГГц	Корпус
BFR93A	R2	12	35	13 дБ при $I_k = 30 \text{ мА}$, $U_{кэ} = 8 \text{ В}$	5	SOT23
BFR92A	P2p	15	25	14 дБ при $I_k = 15 \text{ мА}$, $U_{кэ} = 10 \text{ В}$	5	SOT23
BFS17A	E2p	15	25	13 дБ при $I_k = 14 \text{ мА}$, $U_{кэ} = 10 \text{ В}$	2,8	SOT23
BFG520/XR	N48	15	70	19 дБ при $I_k = 20 \text{ мА}$, $U_{кэ} = 6 \text{ В}$	9	SOT143R
BFG591	BFG591	20	200	13 дБ при $I_k = 70 \text{ мА}$, $U_{кэ} = 12 \text{ В}$	7	SOT223
BFG541	BFG541	20	120	15 дБ при $I_k = 40 \text{ мА}$, $U_{кэ} = 8 \text{ В}$	9	SOT223

Таблица 87

Полевые (МОП) SMD транзисторы

Маркировка	Тип прибора	Маркировка	Тип прибора
701	2N7001	V01	VN50300T
702	SN7002	V02	VN0605T
6A	MMBF4416	V04	VN45350T
6B	MMBF5484	V0AJ	TP610T
6C	MMBFU310	V50	VP0610T
6D	MMBF5457	C93	SST4393
6E	MMBF5460	H16	SST4416
6F	MMBF4860	I08	SST108
6G	MMBF4393	I09	SST109
6H	MMBF5486	I10	SST110
6J	MMBF4391	M4	BSR56
6K	MMBF4932	M5	BSR57
6L	MMBF5459	M6	BSR58
6T	MMBFJ310	P01	SST201
6W	MMBFJ175	P02	SST202
6Y	MMBFJ177	P03	SST203
6Z	MMBF170	P04	SST204
B08	SST6908	S14	SST5114
B09	SST6909	S15	SST5115
B10	SST6910	S16	SST5116
C11	SST111	S70	SST270
C12	SST112	S71	SST271
C13	SST113	S74	SST174
C41	SST4091	S75	SST175
C42	SST4092	S76	SST176
C43	SST4093	S77	SST177
C59	SST4859	SA	BSS123
C60	SST4860	SS	BSS138
C61	SST4861	TV	MMBF112
C91	SST4391	Z08	SST308
C92	SST4392	Z09	SST309

35. Ультразвуковые датчики-излучатели фирмы *Murata*

Ультразвук давно стал на службу человеку и на сегодня является незаменимым в различных областях человеческой деятельности таких, как медицина, наука, автомобилестроение и многое другое.

Давно замечено и изучено природное явление ориентации в пространстве летучих мышей посредством излучения и приема ультразвуковых волн.

По этому принципу построены ультразвуковые датчики, работа которых заключается в излучении в пространство ультразвуковых волн и детектировании эхо.



Рис. 8. Внешний вид
ультразвуковых датчиков
фирмы *Murata*

Компанией *Murata* выпускается свыше 10 различных моделей ультразвуковых датчиков, представляющих собой как приемники, передатчики, так и объединенные в одном корпусе трансиверы.

На рис. 8 представлен внешний вид ультразвуковых датчиков фирмы *Murata*.

Датчики выпускаются двух видов: с открытой конструкцией и герметичные с обозначением MA40.

Особенности датчиков. Особенности ультразвуковых датчиков серии MA40:

- компактность;
- высокая чувствительность и уровень звукового давления;
- рабочая частота 40 кГц;
- диапазон рабочих температур: $-30...+85\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Сфера применения. Охранные системы, автоматические двери, системы детектирования движения, датчики заднего хода и парковки, измерители уровня жидкости.

Технические характеристики ультразвуковых датчиков серии МА40 представлены в табл. 88.

Таблица 88

**Технические характеристики
ультразвуковых датчиков серии МА40**

Наименование	МА40В8R	МА40В8S	МА40Е7R	МА40Е7S	МА40Е7S-1
Функция	Прием- ник	Пере- датчик	Прием- ник	Пере- датчик	Прием/ передача
Диаметр, мм	16	16	18	18	18
Чувствительность, дБ	-63±3	—	-74	—	-72
Уровень звукового давления, дБ	—	120	—	106	106
Угол рассеяния, град.	50	50	100	100	75
Разрешение, мм *	9	9	9	9	9
Детектируемое расстояние, м	0,2...6	0,2...6	0,2...3	0,2...3	0,2...3

* Количественно определяет погрешность измерения датчиком расстояния до объекта.

36. Полезные и справочные данные в Интернете

Несмотря на прогрессивное развитие «всемирной паутины» Интернет, печатные периодические издания не теряют своих читателей. Да и как же может быть иначе, когда живое слово и комментарий вызывают пока больше доверия, чем неподписанные «народные» материалы?

Тем не менее, в Интернете «выложено» много полезного для радиолюбителей и специалистов с различным уровнем подготовки. Существуют специализированные поисковые системы (например, *Yandex*, *Goodly*, *Rambler* и другие аналогичные), с помощью которых поиск необходимых материалов намного упрощается. Особенно актуальными мне представляются справочные данные по современным радиоэлементам, которые охватывают практически весь спектр электронных приборов — от

постоянных резисторов и программируемых микропроцессоров до ионисторов (оксидных конденсаторов сверхбольшой емкости). Для упрощения поиска нужных справочных материалов предлагаю читателям проверенную подборку ссылок.

Авторский профайл

<http://copi.ru/44426>

<http://www.qrz.ru/callsign.phtml?callsign=RA1AGS>

<http://www.radioliga.com/serv01.htm> Редакционный совет журнала «Радиолюбитель»

<http://e-vi-org.1gb.ru/SB/KG36/KANK/T1.HTM> Кашкаров АП (Негретов)

<http://www.vsled.ru/dnevnik.asp?DID=267&CountryID=38&re1=dnevnik> Всемирный следопыт журнал

http://zhurnal.lib.ru/k/kashkarow_a_p Журнал «Самиздат». «Изобретатель Индустриев»

Радиолюбителям

www.kroninfo.ru/rus/docs/zavod.html Товарные знаки предприятий-производителей электронных компонентов СНГ и Балтии (12 стандартных страниц)

<http://www.diagram.com.ua/arhiv/r/p.shtml> Полезные статьи (и схемы) для радиолюбителей огромный архив

<http://www.tangenta.ru> Магазин для радиолюбителей (г. Санкт-Петербург)

<http://www.chipinfo.ru/dsheets/manufacturers> Кто и что производит

<http://www.chipinfo.ru/dsheets/ic> Каталог и справочные данные (включая аналоги) по современным популярным микросхемам

http://www.rus-manual.ru/instrukcii/JBL_65/ Инструкции и мануалы

<http://zip-2002.ru/?z=100> Хороший справочник по радиоэлементам

<http://vrtp.ru/index.php?act=categories&cat=206> Очень разумные технологические странички

<http://www.avira.com/en/pages/index.php>; <http://www.avira.com/en/products/personal.html> Отличный антивирус (из Германии) бесплатно

**Радиолюбителям,
работающим в эфире**

- <http://qth.spb.ru/> Сервер Радиолюбителей России, Санкт-Петербургское отделение
- http://www.cqham.ru/ant_vhf.htm Простые и проверенные антенны диапазона 145 МГц
- <http://www.hamradio.cmw.ru/antenna/145-2el.htm> Практические варианты балконных антенн
- <http://www.lpdnet.ru/index.php?go=callsigns> Российская LPD сеть
- <http://www.radioscanner.ru/files/kenwood/file515> Kenwood TH-F7 Мануал на английском
- <http://rcouton.chat.ru/Equipment/Radio.htm> Сравнительные характеристики радиостанций *Kenwood* и *Yaesu*
- <http://www.liveatc.net/feedindex.php?type=international> Часоты авиа мировые
- www.qrv.ru Полезно о радиосвязи
- <http://www.cqham.ru/zakon.htm> Нормативные акты по радиолюбительству и связи
- <http://www.cqham.ru/sch.htm> Очень много схем и мануалов, в частности на *Kenwood*
- www.mods.dk Все о радиостанциях *Kenwood*
- <http://www.dxsoft.com/ru/products/aalog/> Софт программ ведения радиосвязи
- http://www.lpdnet.ru/?go=Gall&in=cat_gall&cid=5 Музей радио (старые радиоприемники)
- <http://www.zerobeat.net/morse505.html> Л.В. Бетховен «на ключе»
- http://www.radio-radio.ru/prod_23_201.htm Описание трансивера *Kenwood* THF7
- www.sbor.ru/~rz1scho Сайт радиолюбителей города Сосновый Бор
- www.srr.ru Сайт Союза радиолюбителей России
- www.qrz.ru Сервер радиолюбителей России
- www.cqham.ru Сервер Кубанских радиолюбителей
- www.kdr.inter-radio.org KDR — клуб дипломированных радиолюбителей
- www.vhfdx.ru Российский УКВ портал
- www.psk31.newmail.ru PSK-31 — как вид связи

Сайты по спортивной радиопелинкации

www.srp.spb.ru Петербургский сайт о спортивной радиопеленгации

www.kssso.h10.ru Поселок Кузьмоловский

www.ardf.rus.ru Спортивная радиопеленгация в России

www.srp.iatp.org.ua Запорожский сайт «Охотников на лис»

www.ardf.ru Сервер по спортивной радиопеленгации

Поставщики радиостанций и аксессуаров

<http://rccmrs.ru/content/index.html> РКК «Мобильные радиосистемы» работает на российском рынке радиокоммуникаций с ноября 1995 г. Дилер фирм *Motorola* (США), *Icom* и *Kenwood* (Япония). 190103, Россия, г. Санкт-Петербург, Рижский проспект, д. 26, оф. 212. Тел.: (812) 251-88-00, 251-63-69, 718-40-67, 718-40-68, 718-56-69

<http://www.rlk.spb.ru> Санкт-Петербургский университет аэрокосмического приборостроения, оф. 54-02. Тел.: (812) 325-93-75; факс: (812) 710-65-77. Офис и торговый зал: г. Санкт-Петербург, ул. Б. Морская, д. 67

www.neocomspb.ru Компания «Неоком» работает на рынке радиосвязи с 1997 г. Является официальным дилером торговых марок *Motorola* (США), *Icom*, *Vertex Standard*, *Alan*, *Kenwood* (Япония). Предлагает радиооборудование этих и других фирм, а также различные аксессуары и антенно-фидерные системы

www.radioexpert.ru Группа компаний «Астраком» была образована в 1997 г. в Санкт-Петербурге фактически с нуля. Предоставляет клиентам максимально качественный сервис при самом выгодном в России соотношении цена-качество. 191123, г. Санкт-Петербург, ул. Шпалерная, д. 24 (ст. метро Чернышевская, здание офисного центра «Вектор», торцевая сторона, 1-й этаж). Тел.: (812) 702-61-50 (многоканальный); 303-92-32

www.tconnect.spb.ru Фирма «Техника Связи». 194044, Санкт-Петербург, ул. Гельсингфорсская, д. 3, бизнес-центр «Красная нить», 5-й этаж, оф. 534. Тел.: (812) 333-03-65 многоканальный

<http://www.siriust.ru/>; <http://shop.siriust.ru/> Магазин «Профи» (известен как «розовый магазин»). Предлагает: радиостанции *Vertex Standard*, антенны, аксессуары, паяльные станции. Санкт-Петербург, ул. Маршала Казакова, д. 40,

торговый рынок «Юнона», пав. № 17. Часы работы: с 10 до 18 час., выходной — понедельник. Тел.: (812) 745-07-84. Электронная почта: neva@siriust.ru

Поставщики радиокомпонентов

www.megachip.ru Компания «Мега-Электроника» осуществляет поставки импортных электронных компонентов, измерительного и паяльного оборудования, профессионального инструмента, промышленной мебели, средств электротехнической коммутации и автоматики, расходных материалов для ремонта, обслуживания, модернизации, разработки, а также производства электронной техники. Санкт-Петербург, Большой пр. В.О., 18 лит. «А». Тел.: (812) 320-86-13

www.symmetron.ru Группа компаний «Симметрон» — один из наиболее успешных проектов на российском рынке комплектующих. Четыре весьма непохожих компании, объединившись, создали мощную структуру по продаже и продвижению электронных компонентов. Санкт-Петербург, ул. Таллинская, 7. Тел.: (812) 449-40-00, 449-40-05, 449-40-06. Факс: 449-47-04, 445-12-71

www.chip-dip.ru Компания «Чип и Дип» более 7 лет успешно работает. Санкт-Петербург, Кронверкский пр., д. 73. Тел.: (812) 232-59-87, 232-83-06

www.rigel.ru ОАО Аккумуляторная компания «Ригель» — предприятие с более чем 100-летней историей, первый аккумуляторный завод в России (основана в августе 1897 г. как акционерное общество Русских Аккумуляторных заводов «Тюдорь»). С ее развитием связана вся история аккумуляторной промышленности России и стран СНГ. Россия, 197376, Санкт-Петербург, ул. Проф. Попова, д. 38

Книги по электронике и другим наукам

<http://www.boroda3.nm.ru> Книги по радиоэлектронике и новым технологиям

<http://techbook.narod.ru> Техническая литература

Интернет магазины

www.tangenta.ru Интернет магазин «Тангента. RU». Тел.: (812) 973-59-59

www.eday.ru Крупнейший аукцион (в том числе электронной техники) в Интернете

Ремонт

<http://www.masterholod.ru/remont2.php> Ремонт холодильного оборудования

<http://www.energoaudit.ru/goods/techeiskatel/> Течеискатели

<http://www.masterholod.ru/remont2.php>; www.moydodir.ru Сервис-помощь для различных видов холодильников

Автомобильные сигнализации

<http://www.mongoose.ru/index.php?cat0=1&cat1=8&item=185> Mongoose

Разные полезные ссылки

www.electronica.h10.ru/sprav Хороший справочник от диодов до микропроцессоров

www.ravils.times.lv Справочные данные

www.radioland.by.ru/Shems Есть все

www.grx.narod.ru Схемы для быта, справочная информация по элементам

www.cityradio.narod.ru Подборка схем и интересных актуальных материалов

www.nowel.ru Отечественные и импортные радиокомпоненты

www.axife.com Бесплатные программы для ПК «FM Player»

www.time1.ru Радиостанции от портативных до профессиональных

www.ntpo.com Внедрение собственных разработок

www.funkamateur.de Журнал «Funkamateur», Германия, Берлин

www.radiohobby.com Журнал для аудиофилов и пользователей ПК «Радиохобби», Киев

www.sea.com.ua/ra «Радиоаматор» периодический журнал для радиолюбителей, Украина

www.radio.ru «Радио», журнал

www.elektrorevue.cz/clanky «Электроревью» чешский радиотехнический журнал

www.philipslogic.com/support «Филипс семикондактор» научно-технический вестник

www.chipnews.gaw.ru Электронная версия научно-технического журнала «Chip News»

- www.osp.ru «Мир ПК», журнал для пользователей ПК
- www.remserv.ru «Ремонт и Сервис», журнал для ремонтников и радиолюбителей
- www.alekssam.chat.ru «Ремонт электронной техники», журнал
- www.kipis.ru Журнал по вопросам электроники и радио
- www.orc.ru Интернет-журнал для схемотехника
- www.shema.ru Схемы электронных устройств на любой вкус
- www.3ggi.qrz.ru/file.shtml Бесплатные программы по электронике. Конструирование схем, разводка печатных плат, приборы помощники. Сайт для радиолюбителей
- www.izone.com.ua Электронный журнал о компьютерах и высоких технологиях. Сделан в виде архивных файлов, которые можно скачать себе и читать в автономном режиме
- www.catalog.press.net.ru Журналы в Интернет. Более 2500 наименований периодических русскоязычных журналов с адресами и координатами
- www.rel.da.ru
- www.rel1.da.ru Схемы для ремонта бытовой радиотехники и справочники
- www.elecdesign.com Новости в области радиоэлектроники
- www.audioxpress.com Сайт, посвященный акустическим системам (на английском языке)
- www.electronicsforu.com Радиоэлектроника и радиотехнические программы. Сайт журнала «Electronics for you»
- www.chip-dip.ru Справочная информация и прайс-лист на элементы
- www.itis.spb.ru Справочная информация
- www.stavropol.not/radiolvk «Радиолавка» — сайт, посвященный электронным компонентам
- www.microchip.ru ООО «Микро-чип». Микроконтроллеры. Документация на русском. Микроконтроллеры (PICxxx, 24Cxxx и др.). Приводятся схемы практического применения таких микросхем с полным описанием (включая программы) и много справочной информации
- www.ts.aha.ru АОны, микроАТС, антипираты и другие телефонные системы
- www.elin.admik.com Небольшое количество схем на микроконтроллерах

- www.dws.daewoo.co.kr/prod Справочная информация о продукции «Daewoo» в формате PDF
- www.amtel.ru Микроконтроллеры AT89xxxx и справочная информация
- www.smargo.student.utwente.nl/el Подборка электрических схем
- www.wenzel.com Подборка схем в формате PDF
- www.4qd.co.uk/ccts Практические электронные схемы
- www.hit.fi/mics/electronics Разнообразные практические схемы и много технической информации
- www.sound.da.com Схемы усилителей ЗЧ
- www.members.xoom.com/talkingelect Схемы и справочная информация по маркировке зарубежных элементов
- www.icmaster.com База данных по микросхемам и радиодеталям. Требуется бесплатная регистрация
- www.electronicproducts.com Мощная информационная поисковая система по справочным данным радиокомпонентов
- www.dtemicrosystems.co.uk Практические схемы и справочные данные
- www.ericale.homepage.com/electronics.htm Электроника на разные темы. Принципиальные схемы
- www.digital-avatar.com/members.et Простые схемы для начинающих, иллюстрирующие работу микросхемы 555
- www.electronics.cjb.net Практические схемы и программное обеспечение
- www.home.maine.rr.com/randylinscott Подборка электрических схем на разные темы
- www.aaroncake.net/circuits Много электрических схем на все темы
- www.eemonline.com Поисковая система по справочным данным радиоэлементов
- www.ee.washington.edu/eeca/circuits Архив практических схем и другой информации
- www.dustbin.virtuave.net Подборка радиолюбительских схем
- www.uslink.net Архив простых электрических схем
- www.uoguelph.ca Практические схемы простых устройств
- www.webhome.idirect.com Описание таймера 555 и программы для простых расчетов

- www.mitedu.freeweb.co.uk Типовые практические схемы источников питания
- www.sinaps.ru/free-ip/jagul Ремонт блоков питания ПК. Подробные рекомендации и схемы
- www.rv6llh.rsuh.ru/rv6llh.html Ремонт мониторов и другой компьютерной техники
- www.info.uliss.ru Новости о комплектующих к ПК и справочная информация
- www.info.msk.ru Новые компьютерные комплектующие, коллекция драйверов к оборудованию
- www.sinaps.ru/~schemes Электрические схемы промышленной аппаратуры
- www.iae.lt/visaginas/home/kitovoj Зарубежные электронные компоненты, справочная информация
- www.diacom.com.ru О ремонте и диагностике автомобильной электронной аппаратуры. Приводится небольшое количество электрических схем приборов-помощников
- www.fortunecity.com/tinpan/pianj/9/decoder.htm Раскодировка автомагнитол и другой бытовой техники
- www.raid.ru/customers/dmitrir Практические схемы бытовой радиоаппаратуры и справочные материалы
- www.porcelain.ru/telefon.htm Справочники телефонных номеров в городах России (частный сектор), имеется раздел «телефонные секреты», который содержит интересную информацию
- www.vdonsk.ru/~fpg Телефонные устройства и АОНы. Все по этому разделу
- www.fortunecity.com/skyscraper/matrox/124/profi.htm Информация по разным типам АОНов
- www.chipinfo.ru Справочный информационный сервер. Есть практические схемы
- www.rlocman.com.ru Каталог ресурсов по радиоэлектронике
- www.aquanet.co.il/vip/altec Практические схемы для начинающих радиолюбителей
- www.mx9.xoom.com/acktive Сайт со схемами, которые охватывают широкий круг интересов
- www.nnov.rfnet.ru То же
- www.berstak.da.ru Много полезной информации по методам улучшения работы телефонного модема. Сайт русского хакера

- www.ksaa.edu.ru/obt/help/product Описание и схемы современных моделей телевизоров
- www.radiomir.sinor.ru Радиолюбительская технология для начинающих
- www.logicnet.ru/~electron Схемы и много полезной информации
- www.members.tripog.com/~Overact Практические схемы в архивированном виде и подборка программ
- www.lgg.ru/~radio Сайт для радиолюбителей и пользователей ПК
- www.crosswinds.net/~radiofan Схемы источников питания импортных телевизоров и простых устройств для дома, полезные радиотехнические программы
- www.radic.newmail.ru Радиотехнические схемы по медицинской тематике
- www.mva.narod.ru Высококачественные усилители звука устройства
- www.bluesmobil.com/shikhman Схемы высококачественных аудиоустройств и справочная информация
- www.onego.ru/~sprut Подборка схем из конференций FIDO-NET, журналов и другая полезная информация
- www.nsk.su/~sergodin Высококачественный усилитель звука на полевых транзисторах. Справочная информация
- www.chat.ru/~pp_serg Все об АОНах и для них
- www.bb.ksaa.edu.ru:8101 Краткий справочник по радиоэлементам
- www.guitar.ru/articles Усилители звука, мощности, гитары. Программы, имеющие отношение к музыкальным инструментам. Схемы приставок необычных звуковых эффектов
- www.home.ural.ru Ссылки на странички радиолюбительской тематики
- www.electronicworld.freeyellow.com/homeh.html Документация, электрические схемы, доска объявлений
- www.rcdesign.ru Радиоуправление. Электрические схемы
- www.payalnik.nm.ru Схемы, программы, ссылки
- www.pblok.narod.ru Все по источникам питания. Практические схемы и справочная информация

www.radioland.fatal.ru Схемы цифровой электроники
www.radiospectr.ru Радиолобительский ресурс
www.radioscanner.ru Радиосвязь на КВ и УКВ в Санкт-Петербурге. Форум радиолобителей-связистов Ассоциации любителей радиосвязи АЛРС
www.multilex.tut.by Лингвосервис. Перевод с 6-ти иностранных языков на русский и обратно. Хороший ресурс
www.radioexpert.ru Компании по продаже оборудования радиосвязи. Радиолобителям, имеющим позывной — скидки до 30%. Самые недорогие цены на трансиверы и комплектующие

Сайт «Радиолобитель»

http://members.tripod.com/~leo_z/ Посвящен радиотехнике. Все для радиолобителей. Схемы, советы, справочные данные. Здесь Вы можете найти схемы радиоэлектронных устройств, справочные данные, другую информацию. Зеркала: radiofan.home.ml.org, www.lgg.ru/~radio, attend.to/radio

Russian Electronic

(раньше страничка размещалась
по адресу www.chat.ru/~kt815)

<http://www.logicnet.ru/~electron/> Здесь можно найти принципиальные схемы, описания, советы, софт, ссылки, и прочее

Amt electronics

<http://www.chat.ru/~amt2000/index.html> Принципиальные схемы; программы для электронщиков; ссылки на ресурсы Интернет, посвященные электронике; доработка компьютерного железа

Телефония и радиосвязь

<http://www.cnt.ru/users/radio> Все о радио и телефонной связи. Документация, описания, схемы, программное обеспечение для АТС, радиостанций, телефонов и радиотелефонов. Антенны и усилители мощности для радиотелефонов, радиоудлинители (роутеры) телефонов

Схемотехника и радиолюбительство

<http://www.tlc.kherson.ua/~stev/stev4.htm> На странице приведены схемы и небольшие описания схем, в том числе модемного фильтра, передатчика, антенного усилителя и иных конструкций

Сайт Евгения Рубцова. Радиолюбителю

<http://www.chat.ru/~erubcov/> Здесь предлагается небольшая подборка схем из конференции фидо SU.HARDW.SCHEMES (Преобразователь, усилители, блок питания, как управлять CDROM без ПК, сетевая карта, программный выключатель компьютера, телефон по сети 220 В и мн. др.)

Домашняя страничка Толстого В.Е.

<http://ns.onego.ru/~sprut/> Различные схемки из конференций FIDONET, журналов и не только. Опыт, советы знатоков, информация. Отдельно уделено внимание программированию ПЗУ

Сайт Белова Александра

<http://avbelov.chat.ru> На сайте выложено несколько схем с описаниями конструкций на основе микропроцессоров (в основном AT89C2051). Например, схема автоматического позиционера спутниковой антенны на 99 каналов

Сайт, посвященный АОН

<http://www.aha.ru/~fpg/> Здесь все об определителях номера — описание, принцип действия, схемы и многое другое!

Andrew's homepage

<http://www.ucl.ac.uk/~ucapwas/> Здесь можно найти описание параллельного и последовательного порта, почерпнуть опыт автора по разработке схем для компьютера, в которых используются АЦП—ЦАП, но самое интересное — схема и документация по изготовлению видео-дигитайзера

Микроконтроллеры MSP430 и ST62

<http://mcu.webservis.ru> Применение микроконтроллеров MSP430 (Texas Instruments) и ST62 (SGS-Thomson) в устройствах сбора и обработки цифровых и аналоговых сигналов. Описание реально работающих устройств

Обмен опытом в области электронного приборостроения, измерительной техники

Каталог электрических принципиальных схем (схемы и ремонт)

<http://schematic.by.ru/> Электроника для дома и автомобиля, промышленная аппаратура, средства защиты, источники питания, измерительная техника

Сервер кубанских радиолюбителей (связь)

<http://hamradio.online.ru/> Большая коллекция схем и описаний трансиверов, усилителей, антенн и другой радиолюбительской аппаратуры. Принципиальные схемы и мануалы УКВ и КВ промышленных радиостанций. Программаторы для радиостанций. Схемы бытовой радиоаппаратуры. Информация для начинающих радиолюбителей

Принципиальные схемы и ремонт

<http://skrivenko.by.ru> Более 800 принципиальных схем импортной радиоаппаратуры

ZPS-electronics (домашние страницы)

<http://www.hot.ee/zps/> Коллекция схем на самые разные темы, технологические советы, справочник по интегральным стабилизаторам напряжения и аналогам микросхем ТТЛ

AK Laboratory Homepage (домашние страницы)

<http://anklab.pirit.sibtel.ru/> Попытка представления архива журналов по радиоэлектронике. Коллекция ссылок. Оригинально оформлена первая страница сайта

Схемы, справочники, программы

<http://www.crosswinds.net/~radiofan/> Схемы блоков питания телевизоров, устройств для быта, переводы инструкций бытовой аппаратуры

Каталоги и справочники

<http://www.inp.nsk.su/~kozak/hbks.htm> На сайте представлены справочные материалы по полупроводниковым приборам, цифровым микросхемам и их аналогам

Схемотека (схемы и ремонт)

<http://www.knn.cjb.net/> Схемы отечественной бытовой аппаратуры (в формате DjVu)
<http://pblock.narod.ru/> Радиоэлектроника, компьютеры (схемы и ремонт)
<http://www.tacxema.narod.ru/> Телефония — архив схем
http://ast.stack.ru/ast_pci.htm Простое диагностическое устройство для шины PCI
<http://www.chipinfo.ru/> CHIPINFO — электронные компоненты и электроника (каталоги и справочники)
<http://www.telemaster.ru/> ТелеВидеоService (теле и видео)
<http://www.infocoal.ru/rclub/> Сервер технической поддержки RClub (схемы и ремонт)
<http://www.component.ru:8080/> Все об аудиокомпонентах (звукотехника)
<http://www.dateline.ru/srr> Союз Радиолюбителей России
<http://rrc.sc.ru/> Российский клуб «Робинзон»
<http://www.mai.ru/~crc/> ЦРК им. Кренкеля
<http://www.cqham.ru/> Краснодар клуб радиолюбителей
<http://rudana.alfamoon.com> Клуб радиолюбителей г. Кривой Рог
<http://haidurov.ru> Ассоциация любителей радиосвязи (Санкт-Петербург)
www.books.ru Полезный книжный интернет магазин (есть все и недорого)

37. Фирмы-производители электронных компонентов и их адреса в Интернете

Компоненты для радиоэлектронной промышленности выпускаются различными фирмами-производителями, филиалы которых расположены по всему миру. Чтобы не запутаться в маркировке микросхем-аналогов и других электронных компонентов, найти справочные данные и электрические характеристики, важно знать адреса (сайты) производителей.

Для этого вся полезная информация о наиболее известных и популярных фирмах-производителях электронных компонентов объединена в табл. 89.

Таблица 89

**Фирмы, выпускающие электронные компоненты,
и адреса сайтов**

A, AM, AMPAL Advanced Micro Devices http://www.amd.com	AD, CA, CP, CDP, CD Harris Semiconductor http://www.semi.harris.com
ADS, ALD, BUF, MPC, MPY Burr-Brown http://www.burr-brown.com	AMSREF Advanced Monolithic Systems http://www.advanced-monolithic.com
AT, ATV Atmel http://www.atmel.com	ATT Lucent Technologies http://www.lucent.com/micro
BA, BU Rohm http://www.rohmelectronics.com	BQ Benchmarq http://www.benchmarq.com
CM, TEMIC http://www.temic-semi.com	COM Standard Microsystems http://www.smsc.com
MC Texas Instruments http://www.ti.com	MCCS, MCM, MCT Motorola http://www.mot-sps.com
LX Linfinity Microelectronics http://www.linfinity.com	MIC Micrel Semiconductor http://www.micrel.com
MAX Maxim http://www.mxim.com	MB, MBM Fujitsu http://www.fujitsumicro.com
MCU, MDA, MSP ITT Semiconductors http://www.itt-sc.de	TC, TCM TelCom Semiconductor http://www.telcom.semi.com
ML Micro Linear http://www.microlinear.com	MT Mitel Semiconductor http://www.stmicon.mitel.com
MSC, MSM OKI Semiconductor http://www.okisemi.com	SL GEC Plessey http://www.gpsemi.com
SM Nippon Precision Circuits http://www.npcproducts.com	STRD, STRF, STRM, STRS Sanken http://www.sanken-ele.co.jp
TCA, TBB Infineon Technologies http://www.infineon.com	STK Sanyo http://www.semic.sanyo.co.jp/english/index-e.html

Окончание табл. 89

ADC, CLC, COP, MF, LMX, LP, LPC, MM National Semiconductor http://www.national.com	SS Honeywell http://www.ssec.honeywell.com
	MAB Philips Semiconductor http://www.eu.semiconductors.philips.com
AN Matsushita Electronic Components http://www.maco.panasonic.co.jp	STR Allegro Microsystems http://www.allegromicro.com
AVS, STV, M, LS, ST, MK, TD, TDA STMicroelectronics http://www.st.com	LTC Linear Technology http://www.linear-tech.com
	MACH Vantis http://www.vantis.com
ADEL, ADG, ADM, ADVEC, AMP, CMP, SSM, SW Analog Devices http://www.analog.com	TA Toshiba http://www.toshiba.com
	TBA Telefunken http://www.vishay.de
MN Matsushita Electronic Components http://www.maco.panasonic.co.jp	

38. Справочные данные и маркировка популярных реле фирмы *Omron*

Реле фирмы *Omron* широко используются в бытовой технике, системах автоматизации, мобильных устройствах, информационном оборудовании. Приведенная ниже справочная информация поможет при определении реле по его названию на схеме или печатной плате, заменах вышедших из строя реле, поиске их аналогов по электрическим характеристикам и правильному подбору по размерам.

Рассмотрим типы популярных реле и их назначение.

Силовые реле для установки на печатную плату

G5B Миниатюрное реле 3 А

G5NB-E Миниатюрное реле 5 А в компактном исполнении CTI 250

G5SB Компактное реле 5 А
G6M Реле 5 А в компактном исполнении в линию
G6D Миниатюрное плоское реле 5 А
G5PA-1 Реле специального применения 5 А
G5PA-2 Реле 5 А для защиты аудио динамика
G6B Реле 5 А миниатюрное
G2RG Реле 8 А с двумя контактами
G5Q-EU Реле 10 А экономичное в компактном исполнении
СТИ250
G6RN Реле 8 А
G5LE Реле 10 А
G5LB Реле 10 А
G5LC-EU Реле 10 А в кубическом корпусе СТИ 250
G5CA Реле 10 А плоское
G6C Реле 10 А низкопрофильное
G2R Реле общего применения 5 А/10 А/16 А
G2RL Реле общего применения 5А /10 А/16 А низкопрофильное
G5RL-AC Реле общего применения 24–240 V AC низкопрофильное
G4W Силовое реле 10 А/15 А до 10 kV для импульсного напряжения
G8P Реле 30 А в компактном исполнении
G4A Реле 20 А для транспортных машин
G5V-1 Миниатюрное реле 1 А
G2E Миниатюрное экономичное реле 1 А
G6E Высокочувствительное реле 3 А миниатюрное
G6L Ультра тонкое 1 А плоское реле (поверхностный монтаж)
G6H Ультра компактное 1 А реле (поверхностный монтаж)
G6J-Y Реле 1 А в компактном исполнении (поверхностный монтаж)
G6S Реле 2 А до 2,5 kV импульсного перенапряжения (поверхностный монтаж)
G6K Реле 1 А миниатюрное (поверхностный монтаж)
G5A Реле 1 А миниатюрное
G5V-2 Реле 2 А миниатюрное
G6A Реле 2 А с опциями DPDT и 4PDT
G6Y Высокочастотное реле 0,5 А, 900 МГц
G6K-RF Высокочастотное реле 1 А, 1 ГГц (поверхностный монтаж)

G6Z Высокочастотное реле 0,5 А, 2,6 ГГц (поверхностный монтаж)

G6W Высокочастотное реле 0,5 А, 2,5 ГГц (поверхностный монтаж)

Автомобильные реле (см. рис. 9, 14)

G8HL SPST компактное 20 А микро реле ISO

G8HN-J SPST/SPDT— 20А/35А микро реле ISO

G8JN SPDT — 35 А мини реле ISO

G8JR SPST — силовое реле 70 А

G8N-1 SPDT — реле 25 А

G8ND-2 Реле 2-х контактное — 25 А

G8NW Реле DPDT 25А

G8QN Реле SPDT 5А

G8SE Реле SPST 20 А миниатюрное

G8SN Реле SPDT 10 А миниатюрное

Реле MOSFET (размеры 7,62×7,12×3,65 мм)

G3VM-61B1 Реле общего применения 60 V

G3VM-XN Реле 60 V

G3VM-351B Реле общего применения 350 V

G3VM-3L Реле 350 V для телекоммуникационных приложений

G3VM-353B Реле общего применения 350 V

G3VM-401B Реле общего применения 400 V

G3VM-4N Реле 400 V

G3VM-401BY Реле 400 V для телекоммуникационных приложений

G3VM-601BY Реле 600 V для телекоммуникационных приложений

G3VM-61A1 Реле общего применения 60 V

G3VM-351A Реле общего применения 350 V

G3VM-2L Реле 350 V для телекоммуникационных приложений

G3VM-353A Реле общего применения 350 V

G3VM-401A Реле общего применения 400 V

G3VM-61H1 Реле общего применения 60 V

G3VM-201H1 Реле общего применения 200 V

G3VM-351H Реле общего применения 350 V

G3VM-353H Реле общего применения 350 V

G3VM-401H Реле общего применения 350 V

Штыревые реле 8-контактные
(размеры 7,62×9,66×3,65 мм)

G3VM-22CO Реле специального применения 20 V
G3VM-62C1 Реле общего применения 60 V
G3VM-352C Реле общего применения 350 V
G3VM-WL Реле 350 V для телекоммуникационных приложений
G3VM-354C Реле общего применения 350 V
G3VM-355C Реле общего применения 350 V
G3VM-402C Реле общего применения 400 V
G3VM-61CR Реле силовое 60 V

Реле для поверхностного монтажа 4-контактные
(размеры 7,62×4,58×3,65 мм, см. рис. 11)

G3VM-61D1 Реле общего применения 60 V
G3VM-351D Реле общего применения 350 V
G3VM-2FL Реле 350V для телекоммуникационных приложений
G3VM-353D Реле общего применения 350 V
G3VM-401D Реле общего применения 400 V

Высоко профильные реле
(размеры 7,62×8,64×3,65 мм, см. рис. 12)

G3VM-61E1 Реле общего применения 60 V
G3VM-XNF Реле 60 V
G3VM-351E Реле общего применения 350 V
G3VM-3FL Реле 350 V для телекоммуникационных приложений
G3VM-353E Реле общего применения 350 V
G3VM-401E Реле общего применения 400 V
G3VM-4NF Реле 400 V
G3VM-401EY Реле 400 V для телекоммуникационных приложений
G3VM-601EY Реле 600 V для телекоммуникационных приложений

Для поверхностного монтажа 8 контактов
(размеры 7,62×9,66×3,65 мм, см. рис. 13)

G3VM-22FO Реле специального применения 20 V
G3VM-62F1 Реле общего применения 60 V

G3VM-352F Реле общего применения 350 V

G3VM-WFL Реле 350 V для телекоммуникационных приложений

G3VM-354F Реле общего применения 350 V

G3VM-355F Реле общего применения 350 V

G3VM-402F Реле общего применения 400 V

G3VM-61FR Силовое реле 60 V

G3VM-61G1 Реле общего применения 60 V

G3VM-81G1 Реле общего применения 80 V

G3VM-201G Реле общего применения 200 V

G3VM-351G Реле общего применения 350 V

G3VM-353G Реле общего применения 350 V

G3VM-401G Реле общего применения 400 V

**Компактное исполнение реле 4-контактные
(размеры 7×3,9×2,1 мм, см. рис. 10)**

G3VM-61J1 Реле общего применения 60 V

G3VM-202J1 Реле общего применения 200 V

G3VM-352J Реле общего применения 350 V

G3VM-354J Реле общего применения 350 V

G3VM-355J Реле общего применения 350 V

G3VM-402J Реле общего применения 400 V

G3CN Экономичные 2 А и 3 А реле

G3DZ Реле на печатную плату 0,6 А контакты совместимы с G6D

G3M Реле на печатную плату 0,1 А — 5 А тонкое

G3MB Реле на печатную плату 0,1 А — 2 А ультра тонкое

G3MC Реле на печатную плату 0,1 А — 2 А со встроенной защитой

G3R/G3RD Реле на печатную плату 0,01 А — 2 А контакты совместимы с G2R

G3S/G3SD Реле на печатную плату 0,01 А — 1,2 А PCB совместимы с G6B

G3TB 0,01 А — 3 А интерфейс ввода-вывода данных

Реле общего применения (рис. 15, 16, 17)

G2RS Реле 10 А с тестовой кнопкой и встроенным индикатором

G7J Силовое реле 25 А с максимальной энергией переключения

G7L Силовое реле 20 А с повышенной диэлектрической стойкостью

G7SA Плоское реле 6 А спецификация безопасности EN

LY Миниатюрное силовое реле 15 А 1, 2, 3, 4-контактное

MY Реле переменного тока 10 А

G9E Компактное силовое реле 30–200 А DC

39. Миниатюрные и сверхминиатюрные лампы накаливания (МН, МНЛ, МНМ, СМН).

Справочные данные

Миниатюрные лампы (далее — МЛ) накаливания используются для освещения и подсветки шкал радио- и электроприборов, сигнализаций, в портативных фонарях, для световой индикации, в автомобильной и звукоусилительной технике (в том числе для подсветки), в фотоаппаратуре, в электробытовых приборах. МЛ работают в электрических цепях постоянного тока, от аккумуляторов или батарей, а также в электрических сетях постоянного или переменного тока частотой до 60 Гц.

Климатическое исполнение и категории размещения миниатюрных ламп соответствуют ГОСТ 15150—89.

Особенности обозначения МН, МНЛ, МНМ (значения X—Y—Z): МН — миниатюрная; МНЛ — миниатюрная в колбе-линзе; МНМ — миниатюрная мигающая; Y — номинальная сила тока, А, или номинальная мощность, Вт; Z — вариант исполнения лампы; X — номинальное напряжение, В.

В табл. 90 представлены электрические характеристики и размеры миниатюрных ламп накаливания.

Лампы накаливания сверхминиатюрные СМН.

Сверхминиатюрные лампы накаливания (СЛН) используются в различных приборах радио- и электронной техники, авиации, ракетной техники, медицины, электрогирляндах, для подсветки циферблата часов и в широком спектре электронных устройств в качестве индикаторных, канальных и осветительных элементов.

Таблица 90

Электрические характеристики и размеры миниатюрных ламп накаливания МН (МНЛ, МНМ)

Тип лампы	Номинальные значения			Средняя продолжительность горения, ч	Размеры,			Тип цоколя	Номер рисунка
	напряжение, В	сила тока, А	световой поток, лм		диаметр <i>D</i> , мм	длина, <i>L</i> , мм	масса, г		
МН 1-0,068	1,0	0,068		2000	12	24	2,5	E10/13	18
МН 1,2-0,22	1,2	0,22	0,8	10	5	20	0,8	W2×4,6d	19
МН 1,25-0,25	1,25	0,25	0,8	70	12	24	2,5	E10/13	18
МН 1,5-0,16	1,5	0,165	0,1	—	6,5	23	2	выводы	20
МН 1,5-0,2	1,5	0,2	1,8	30	11,5	24	5	спец.	22
МН 2,2-0,25	2,2	0,25	4,3	10	5	20	0,8	W2×4,6d	19
МН 2,3-1,3	2,3	1,3	21	75	16	30	2,5	E10/13	18
МН 2,5-0,68	2,5	0,068	12	2000	12	24	2,5	E10/13	18
МН 2,5-0,15	2,5	0,15	2,4	60	12	24	2,5	E10/13	18
МН 2,5-0,29	2,5	0,29	4,0	450	16	30	2,5	B9s/14	23
МН 2,5-0,4	2,5	0,4	9,0	18	12	24	2,5	E10/13	18
МН 2,5-0,48	2,5	0,48	10,0	25	11	29	5	спец.	24
МН 2,5-0,56	2,5	0,56	7,9	700	16	30	2,5	E10/137	18
МН 2,5-0,75	2,5	0,75	12,0	120	16	30	2,5	E10/13	18

МН 2,5-0,75-1	2,5	0,75	14,6	160	16	30	2,5	ЕП10/14×11	18
МН 3,0-0,15	3,0	0,15	4,0	10	12	24	2,5	Е10/13	18
МН 3,5-0,15	3,0	0,15	4,0	50	12	24	2,5	Е10/13	18
МН 3,5-0,2	3,5	0,2	2,0	100	7,5	27	1,1	выводы	20
МН 3,5-0,26	3,5	0,26	7,6	50	12	24	2,5	Е10/137	18
МН 3,75-0,4	3,75	0,4	13,0	20	12	24	2,5	Е10/13	18
МН 5-0,4	5,0	0,4	18,0	20	12	24	2,5	Е10/13	18
МН 6-0,46	6	0,46	22	500	—	—	—	Е10/13	21
МН 6-0,6	6,5	0,6	2,2	100	12	24	2,5	Е10/13	25
МН 6-0,13	6	0,13	2,4	500	—	—	—	Е10/13	21
МН 6-3	6,5	(3,0)	24,0	150	12	24	2,5	Е10/13	25
МН 6,3-0,3	6,3	0,3	9,0	1500	12	24	2,5	Е10/137	18
МН 6,3-0,3-1	6,3	0,3	9,0	1500	11	30	2,5	Е10/13	26
МН 6,3-2	6,3	(2)	2,0	30000	5,5	20	1,5	S6S/10	27
МН 6,5-0,34	6,5	0,34	17,6	150	16	30	2,5	Е10/13	25
МН 6,5-0,34-1	6,5	0,34	17,6	400	16	30	2,5	Е10/13	25
МН 6,5-3,5	7,0	(3,5)	28,0	100	11	32	4,0	спец.	28
МН 13,5-0,16	13,5	0,16	12,0	510	12	24	2,5	Е10/13	18
МН 13,5-0,16	13,5	0,16	12	510	6,4	28	—	Без цоколя	20

Окончание табл. 90

Тип лампы	Номинальные значения			Средняя продолжительность горения, ч	Размеры,			Тип цоколя	Номер рисунка
	напряжение, В	сила тока, А	световой поток, лм		диаметр D , мм	длина, L , мм	масса, г		
МН 18-0,1	18,0	0,1	12,0	350	11	30	2,5	E10/13	26
МН 24-0,53	24,0	0,53	120	23	11	29	3,0	B9S/14	29
МН 26-0,12	26	0,12	12,0	2500	11	30	2,5	B9S/14	29
МН 26-0,12-1	26	0,12	12,0	2500	12	24	2,5	E10/137	18
МН 26-0,12-2	26	0,12	12,0	2500	11	30	2,5	B9S/14	29
МН 30-0,1-0,2	30	0,1	6,0	1200	12	24	2,5	E10/13	18
МН 30-25	30	0,025	1,5	350	5,5	17,0	1,2	S6S/10	27
МН 36-0,12	36	0,12	17,0	170	11	30	2,5	B9S/14	29
МН Л 2,5-0,4	2,5	0,4	7,5	10	9,5	24	2,7	E10/13	30
МН Л 3,5-0,26	3,5	0,26	6,5	40	9,5	24	2,7	E10/13	30
МН М 2,5-0,5	2,5	0,5	5,0	125	12	30	2,5	E10/13	26
МН М 6,3-0,3	6,3	0,3	9,0	125	12	30	2,5	E10/13	26
МН М 6,5-2,5	7,0	(2,5)	20	100	18	34	2,0	спец.	31
МН М 13,5-0,16	13,5	0,16	12	125	12	30	2,5	E10/13	26

Примечание.

(...) — в скобках указана мощность в Вт.

Особенности сверхминиатюрных ламп накаливания:

- малые размеры;
- низкое расчетное напряжение (до 28 В);
- малый потребляемый ток (20–50 мА);
- малый световой поток (от сотых долей люмена до нескольких люменов);
- разнообразный срок службы в зависимости от назначения ламп (от нескольких часов до нескольких тысяч часов).

Все сверхминиатюрные лампы имеют повышенную надежность. СЛН рассчитаны на работу при температуре окружающего воздуха от -60 до $+85$ °С при любой влажности.

Особенности обозначения СМН, СМНЖ, СМНЗ, СМНК, СМНС (значения X–Y–Z):

- СМН — сверхминиатюрная;
- СМНЖ — сверхминиатюрная в желтой колбе;
- СМНЗ — сверхминиатюрная в зеленой колбе;
- СМНК — сверхминиатюрная в красной колбе;
- СМНС — сверхминиатюрная в синей колбе;
- X — номинальное напряжение, В;
- Y — номинальная сила электрического тока, мА;
- Z — вариант конструктивного исполнения.

В табл. 91 представлены электрические характеристики и размеры сверхминиатюрных ламп.

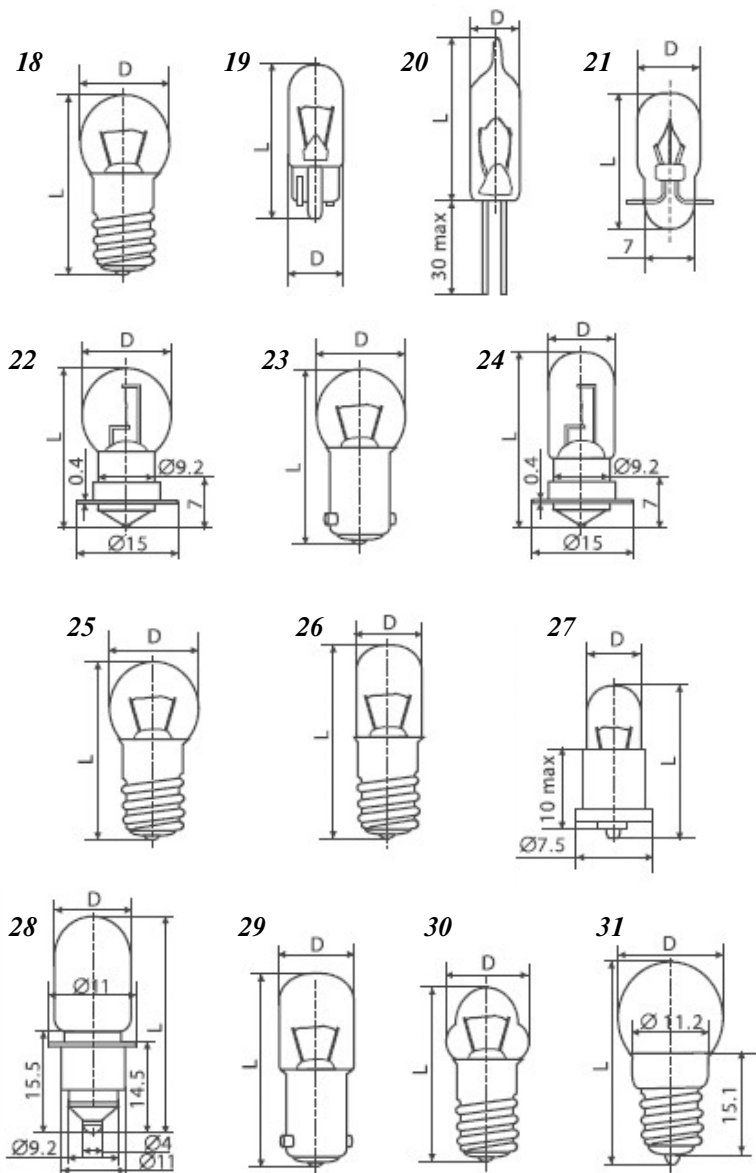
Таблица 91

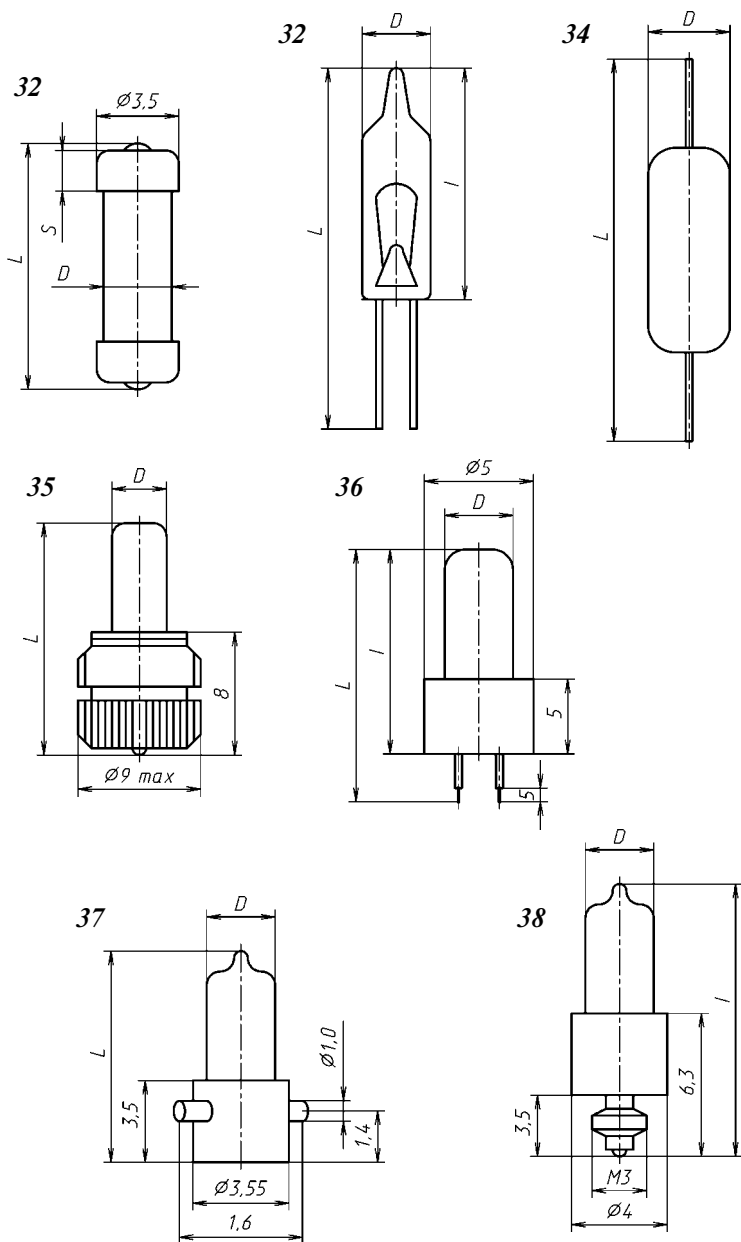
Электрические характеристики и размеры сверхминиатюрных ламп накаливания

Тип лампы	Номинальные значения			Средняя продолжительность горения, ч	Размеры,			Тип цоколя	Номер рисунка
	напряжение, В	сила тока, А	световой поток, лм		диаметр D , мм	длина, L , мм	масса, г		
СМ 6-100	6,0	100	2,2	330	3,2	13	0,4	Спец.	32
СМН 1,2-60	1,2	60	0,2	20	3,2	7/32	0,09	Гибк.	33
СМН 1,25-40	1,25	40	0,035	150	4	1	2,5	Спец.	34
СМН 1,5-12	1,5	12	0,04	40	0,85	3,5/60	0,02	Гибк.	35
СМН 2,5-50	2,5	50	0,15	300	4	15	2,5	Спец.	34
СМН 3-7	3	6,5	0,04	40	0,85	3,5/60	0,02	Гибк.	35
СМН 3-130	3	130	1,2	150	4	12/113	1,2	Спец.	36
СМН 5-70	5	70	1,1	6500	3,2	7/32	0,1	Гибк.	33
СМН 5-80	5	80	0,85	7150	3,2	9	0,116	Спец.	37
СМН 5-80-1	5	80	0,85	7150	3,2	7/27	0,092	Гибк.	33
СМН 6-20	6	20	0,25	600	3,2	9	0,116	Спец.	37
СМН 6-20-1	6	20	0,25	600	3,2	7/27	0,092	Гибк.	33
СМН 6-75	6	75	1	7150	3,2	9	0,116	Спец.	37
СМН 6-75-1	6	75	1	7150	3,2	7/27	0,092	Гибк.	33
СМН 6-80	6	80	1	10000	3,2	9	0,116	Спец.	37
СМН 6-80-2	6	80	1	10000	3,2	7/27	0,092	Гибк.	33

СМН 6-150	6	150	4	200	3,2	10/92	0,135	Гибк.	35
СМН 6215021	6	150	4	400	3,2	11/93	0,16	Гибк.	35
СМН 6,3-20	6	20	0,26	600	3,2	9	0,116	Спец.	37
СМН 6,322022	6	20	0,26	600	3,2	7/27	0,092	Гибк.	33
СМН 6,3-20-3	6	20	0,2	550	3,2	14	0,35	Гибк.	38
СМН 8-60-1	8	60	2,6	500	3,2	10/94	0,2	Гибк.	35
СМН 8-65	8	65	2,5	715	3,2	10/94	0,2	Гибк.	35
СМН 9-55	9	55	1,3	625	3,2	9	0,116	Спец.	37
СМН 9-55-1	9	55	1,3	625	3,2	7/27	0,092	Гибк.	33
СМН 9-60	9	60	1,4	625	3,2	9	0,116	Спец.	37
СМН 9-60-2	9	60	1,4	625	3,2	7/27	0,092	Гибк.	33
СМН 10-50	10	50	1	1500	3,2	9	0,119	Спец.	37
СМН 10-50-1	10	50	1	1500	3,2	7/27	0,092	Гибк.	33
СМН 10-55	10	55	1	1500	3,2	9	0,116	Спец.	37
СМН 10-55-2	10	55	1	1500	3,2	7/27	0,092	Гибк.	33
СМН 12-5	12	5	0,002	500	3,2	8/37	0,1	Гибк.	33
СМНЖ 6-80-2	6	80	0,9	2000	3,2	7/32	0,11	Гибк.	33
СМНЗ 6-80-2	6	80	0,3	2000	3,2	7/32	0,11	Гибк.	33
СМНК 6-80	6	80	0,2	10000	3,2	9	0,12	Спец.	37
СМНК 6-80-2	6	80	0,2	100000	3,2	7/32	0,092	Гибк.	33

Рис. 18—38. Миниатюрные лампы накаливания





40. Кодовая и цветовая маркировка индуктивностей

Обычно для индуктивностей кодируется номинальное значение индуктивности и допуск, т.е. допускаемое отклонение от указанного номинала. Номинальное значение кодируется цифрами, а допуск — буквами.

Применяются два вида кодирования.

1. Первые две цифры указывают значение в микрогенри (мкГн, μH), последняя — количество нулей. Следующая за цифрами буква указывает на допуск. Например, код 101J обозначает $100 \text{ мкГн} \pm 5\%$. Если последняя буква не указывается — допуск 20%. Исключения: для индуктивностей меньше 10 мкГн роль десятичной запятой выполняет буква R, а для индуктивностей меньше 1 мкГн — буква N.

Например:

Допуск: D = $\pm 0,3 \text{ мкГн}$; J = $\pm 5\%$; K = $\pm 10\%$; M = $\pm 20\%$.

Примеры обозначений и маркировки индуктивности представлены на рис. 39. На рис. 40 представлен внешний вид индуктивностей, описанных выше (п.п. 1).

2. Индуктивности маркируются непосредственно в микрогенри (мкГн, μH). В таких случаях маркировка 680K будет означать не $68 \text{ мкГн} \pm 10\%$, как в п. 1, а $680 \text{ мкГн} \pm 10\%$.

2N2D — $2,2 \text{ нГн} \pm 0,3 \text{ нГн}$	1R0K — $1,2 \text{ мкГн} \pm 10\%$	470K — $47 \text{ мкГн} \pm 10\%$
22N — 22 нГн	2R2K — $2,2 \text{ мкГн} \pm 10\%$	680K — $68 \text{ мкГн} \pm 10\%$
R10M — $0,10 \text{ мкГн} \pm 20\%$	3R3K — $3,3 \text{ мкГн} \pm 10\%$	101K — $100 \text{ мкГн} \pm 10\%$
R15M — $0,15 \text{ мкГн} \pm 20\%$	4R7K — $4,7 \text{ мкГн} \pm 10\%$	151K — $150 \text{ мкГн} \pm 10\%$
R22M — $0,22 \text{ мкГн} \pm 20\%$	6R8K — $6,8 \text{ мкГн} \pm 10\%$	221K — $220 \text{ мкГн} \pm 10\%$
R33M — $0,33 \text{ мкГн} \pm 20\%$	100K — $10 \text{ мкГн} \pm 10\%$	331K — $330 \text{ мкГн} \pm 10\%$
R47M — $0,47 \text{ мкГн} \pm 20\%$	150K — $15 \text{ мкГн} \pm 10\%$	471J — $470 \text{ мкГн} \pm 5\%$
R68M — $0,68 \text{ мкГн} \pm 20\%$	220K — $22 \text{ мкГн} \pm 10\%$	681J — $680 \text{ мкГн} \pm 5\%$
1R0K — $1,2 \text{ мкГн} \pm 20\%$	330K — $33 \text{ мкГн} \pm 10\%$	102 — 1000 мкГн

Рис. 39. Примеры обозначений и маркировки индуктивности

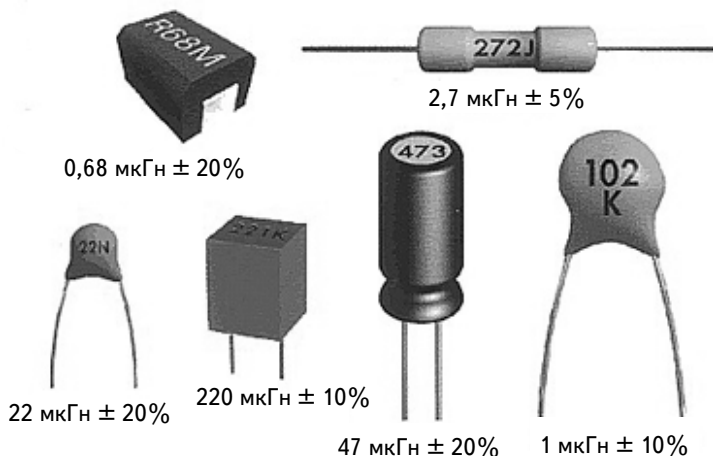
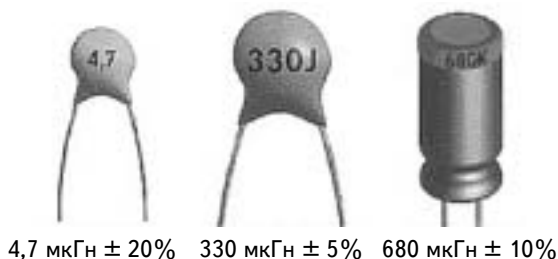


Рис. 40. Внешний вид индуктивностей

Рис. 41. Внешний вид индуктивностей,
рассмотренных в п. 2

На рис. 41 представлен внешний вид индуктивностей, рассмотренных по второму признаку.

Цветовая маркировка индуктивностей. В соответствии со стандартами IEC 82 для индуктивностей кодируется номинальное значение индуктивности и допуск, т.е. допускаемое отклонение от указанного номинала. Наиболее часто применяется кодировка четырьмя или тремя цветными кольцами или точками. Первые две метки указывают на значение номинальной индуктивности в микрогенри (мкГн, μH), третья метка — множитель,



Рис. 42. Цветовая маркировка индуктивностей

четвертая — допуск. В случае кодирования тремя метками подразумевается допуск 20%. Цветное кольцо, обозначающее первую цифру номинала, может быть шире, чем все остальные. Рис. 42 иллюстрирует кодовую маркировку индуктивностей.

Цветовая маркировка контурных катушек радиоприемников зарубежного производства. Радиолюбителям все чаще приходится сталкиваться с необходимостью ремонта импортных радиоприемников. Одной из причин частого выхода их из строя является неисправность контурных катушек. Как показывает статистика, она занимает второе место после поломки всевозможных переключателей. Хотя маркировка современных импортных контурных катушек, похоже, унифицирована, в популярной литературе найти сведения о ней весьма затруднительно. Думается, что предлагаемый мною материал, полученный на основе ремонта недорогих радиоприемников и магнитол фирм *Aiwa*, *Panasonic*, *Sharp*, а также некоторых немаркированных моделей китайского производства, будет полезен радиолюбителям.

Чаще всего в радиоприемниках применяются контурные катушки размерами 10×10×14 мм и 8×8×11 мм (рис. 43).

Все обмотки обычно намотаны внавал эмалированным проводом диаметром 0,05...0,12 мм на ферритовом

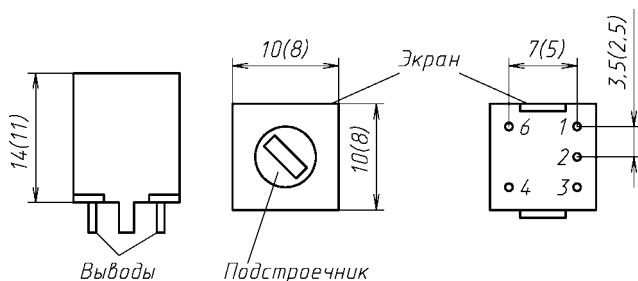


Рис. 43. Внешний вид популярных контурных катушек радиоприемников

магнитопроводе, приклеенном к пластмассовому основанию. Контурные катушки намотаны поверх катушек связи и залиты парафином. Подстроечником служит ферритовый горшок, имеющий резьбу на наружной поверхности и шлиц под отвертку. Весь контур заключен в латунный экран. В контурах, применяемых в трактах ПЧ, имеются встроенные конденсаторы.

Цветовая маркировка катушек индуктивности. Цветовая маркировка катушек представляет собой пятна или полосы краски, нанесенные соответственно на дно магнитопровода или на экран. Схемы контурных катушек приведены на рис. 44.

В табл. 92 указаны намоточные данные, назначение, емкость встроенного конденсатора и цветовая маркировка катушек размерами $10 \times 10 \times 14$ мм. Контурные катуш-

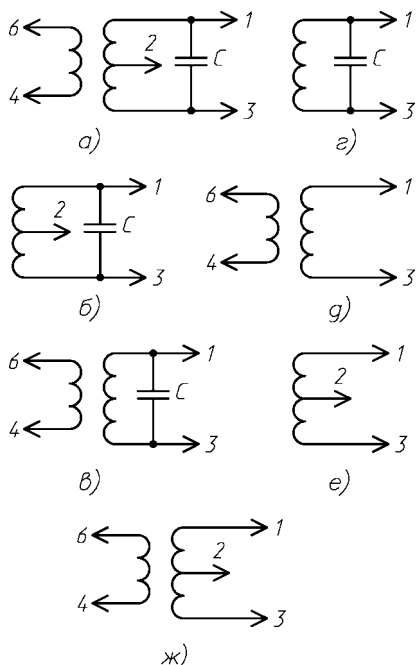


Рис. 44. Схемы контурных катушек

ки размерами $8 \times 8 \times 11$ мм имеют то же назначение и емкость встроенного конденсатора, но их обмотки могут быть намотаны более тонким проводом, и содержать большее число витков. Эти катушки менее ремонтпригодны, чем катушки размерами $10 \times 10 \times 14$ мм.

Таблица 92

Катушки индуктивности размерами $10 \times 10 \times 14$ мм

Цвет маркировки	Назначение контурных катушек	Схема включения обмоток по рис. 44	Номера выводов обмоток	Число витков	Емкость встроенного конденсатора, пФ
Желтый	Фильтр ПЧ-АМ 455...460 кГц	<i>a</i>	1-2-3 4-6	100 + 50 9	190
Белый	Детектор ПЧ-АМ 455...460 кГц	<i>б</i>	1-2-3	50 + 50	410
Оранжевый	Фильтр ПЧ-ЧМ 10,7 МГц*	<i>в</i>	1-3 4-6	12 2	75
Сиреневый	Фильтр ПЧ-ЧМ 10,7 МГц	<i>в</i>	1-3 4-6	11 2	90
Розовый	Дискриминатор ПЧ-ЧМ 10,7 МГц**	<i>г</i>	1-3	7	190
Зеленый или синий	Дискриминатор ПЧ-ЧМ 10,7 МГц**	<i>г</i>	1-3	11	90
Красный	Контур гетеродина АМ СВ-ДВ	<i>д, е, ж</i>	1-3 4-6, 2-3	80...100*** 8...12	—

Примечания.

* Может использоваться вместо синего и зеленого. В этом случае катушка связи 4-6 не подключена к плате.

** Применяются с различными микросхемами.

*** Число витков зависит от емкости КПЕ. Соотношение числа витков обмоток контурной катушки и катушки связи выбрано в пределах 10:1—8:1.

Постоянные индуктивности серии ЕС24. Малогабаритные постоянные индуктивности серии ЕС24 представляют собой миниатюрную катушку с ферритовым сердечником, размещенную в изолирующем корпусе с двумя выводами. Диапазон номинальных значений индуктивности — 0,1...1000 мкГн, точность — 5, 10, 20%, температурный диапазон — от -20 до $+100$ °С. Основные геометрические размеры индуктивностей приведены на рисунке. Номинал индуктивности и ее точность обозначаются цветными полосками (рис. 45). Полоски 1 и 2 определяют две цифры номинала (в микрогенри), между которыми стоит десятичная запятая, полоска 3 — десятичный множитель, полоска 4 — точность.

Назначение цветов полосок приведено в табл. 93. Так, например, индуктивность, на которую нанесены красная, желтая, коричневая и черная полоски, имеет номинал $2,4 \times 10 = 24$ мкГн и точность 20%. Полный список всех типономиналов индуктивностей серии ЕС24 и их параметры приведены в табл. 94.

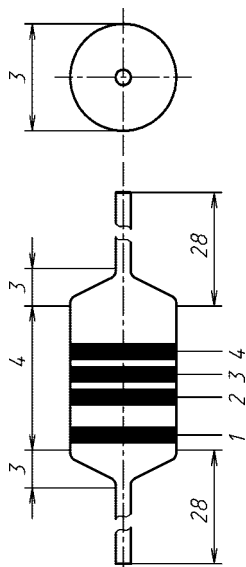


Рис. 45. Внешний вид индуктивностей типа ЕС24

Таблица 93

Назначение цветовых полос индуктивностей

Цвет	1-я и 2-я цифры номинала	Множитель	Точность
Черный	0	1	$\pm 20\%$
Коричневый	1	10	—
Красный	2	100	—
Оранжевый	3	1000	—
Желтый	4	—	—
Зеленый	5	—	—
Голубой	6	—	—
Фиолетовый	7	—	—
Серый	8	—	—
Белый	9	—	—
Золотой	—	0,1	$\pm 5\%$
Серебряный	—	0,01	$\pm 10\%$

Таблица 94

Цветовая маркировка индуктивностей типа EC24

Наименование	Индуктивность, мкГн	Точность, %	Добротность, (min)	Тестовая частота, МГц	Активное сопротивление (max), Ом	Постоянный ток (max), мА
EC24-R10M	0,10	± 20	30	25,2	0,08	700
EC24-R12M	0,12	± 20	30	25,2	0,085	700
EC24-R15M	0,15	± 20	30	25,2	0,095	700
EC24-R18M	0,18	± 20	30	25,2	0,12	700
EC24-R22M	0,22	± 20	40	25,2	0,15	700
EG24-R27M	0,27	± 20	40	25,2	0,15	700
EC24-R33M	0,33	± 20	40	25,2	0,15	700
EC24-R39M	0,39	± 20	40	25,2	0,17	700
EC24-R47M	0,47	± 20	40	25,2	0,17	700
EC24-R56M	0,56	± 20	40	25,2	0,17	700

Продолжение табл. 94

Наименование	Индуктивность, мкГн	Точность, %	Добротность, (min)	Тестовая частота, МГц	Активное сопротивление (max), Ом	Постоянный ток (max), мА
EC24-R68M	0,68	±20	40	25,2	0,18	700
EC24-R82M	0,82	±20	40	25,2	0,18	700
EC24-1ROK	1,00	±10	40	25,2	0,18	700
EC24-1R2K	1,20	±10	40	7,96	0,18	700
EC24-1R5K	1,50	±10	40	7,96	0,20	700
EC24-1R8K	1,80	±10	40	7,96	0,23	655
EC24-2R2K	2,20	±10	40	7,96	0,25	630
EC24-2R7K	2,70	±10	40	7,96	0,28	595
EC24-3R3K	3,30	±10	40	7,96	0,30	575
EC24-3R9K	3,90	±10	40	7,96	0,32	555
EC24-4R7K	4,70	±10	40	7,96	0,35	530
EC24-5R6K	5,60	±10	40	7,96	0,40	500
EC24-6R8K	6,80	±10	40	7,96	0,45	470
EC24-8R2K	8,20	±10	40	7,96	0,56	425
EC24-100K	10	±10	40	7,96	0,72	370
EC24-120K	12	±10	40	2,52	0,80	350
EC24-150K	15	±10	40	2,52	0,88	335
EC24-180K	18	±10	40	2,52	1,00	315
EC24-220K	22	±10	40	2,52	1,20	285
EC24-270K	27	±10	40	2,52	1,35	270
EC24-330K	33	±10	40	2,52	1,50	255
EC24-390K	39	±10	40	2,52	1,70	240
EC24-470K	47	±10	50	2,52	2,30	205
EC24-560K	56	±10	50	2,52	2,60	195
EC24-680K	68	±10	50	2,52	2,90	185
EC24-820K	82	±10	50	2,52	3,20	175
EC24-101K	100	±10	50	2,52	3,50	165

Окончание табл. 94

Наименование	Индуктивность, мкГн	Точность, %	Добротность, (min)	Тестовая частота, МГц	Активное сопротивление (max), Ом	Постоянный ток (max), мА
EC24-121K	120	± 10	60	0,796	3,80	160
EC24-151K	150	± 10	60	0,796	4,40	150
EC24-181K	180	± 10	60	0,796	5,00	140
EC24-221K	220	± 10	60	0,796	5,70	130
EC24-271K	270	± 10	60	0,796	7,50	120
EC24-331K	330	± 10	60	0,796	9,50	100
EC24-391K	390	± 10	60	0,796	10,50	95
EC24-471K	470	± 10	60	0,796	11,60	90
EC24-561K	560	± 10	60	0,796	13,00	85
EC24-681K	680	± 10	60	0,796	18,00	75
EC24-821K	820	± 10	60	0,796	23,70	65
EC24-102K	1000	± 10	50	0,796	30,00	60

41. Популярные варикапы. Справочные данные

Справочные сведения о популярных варикапах представлены в табл. 95.

Таблица 95

Область применения некоторых популярных варикапов

Варикап	Область применения
KB101	Для работы в радиокапсулах медицинской аппаратуры
KB102	Для перестройки контуров резонансных усилителей
KB103	Для работы в схемах умножения частоты и в схемах частотной модуляции
KB104	Для перестройки контуров резонансных усилителей
KB105	Для перестройки контуров резонансных усилителей

Продолжение табл. 95

Вариант	Область применения
KB106	Для работы в схемах умножения частоты
KB107	Для перестройки контуров резонансных усилителей
KB109	Для работы в селекторах каналов телевизионных приемников
2B110	Для перестройки контуров резонансных усилителей
KBC111	Два варикапа с общим катодом для УКВ блоков радиовещательных приемников
KB112	Для управления частотой и частотной модуляции
KB113	Для перестройки контуров резонансных усилителей
KB114-1	Для перестройки контуров резонансных усилителей
KB115	Для работы во входных цепях электрометрических устройств
KB116-1	Для работы в широкополосных усилительных схемах, управляемых по частоте генераторов
KB117	Для перестройки контуров резонансных усилителей
2BC118	Два варикапа с общим катодом для использования в перестраиваемых LC фильтрах
KB119	Для широкополосных усилительных схем
KBC120	Сборка из трех (А) и двух (Б) варикапов с общим катодом
KBC120-1	Сборка из трех (А) и двух (Б) варикапов с общим катодом
KB121	Для применения в селекторах телевизионных каналов с электронным управлением
KB122	Для применения в селекторах телевизионных каналов дециметрового диапазона с электронным управлением, выпускаются комплектами KB122АТ–KB122ВТ — по 3 варикапа отбор с 3% KB122АГ–KB122ВГ — по 4 варикапа отбор с 3%
KB123	Для применения в селекторах телевизионных каналов с электронным управлением, выпускаются комплектами KB123АГ — по 4 варикапа отбор с 3%
2B124	Для применения в частотно-избирательных схемах дециметрового диапазона длин волн
2B125	Для работы в управляемых по частоте генераторах

Продолжение табл. 95

Вариант	Область применения
KB126	Для применения в селекторах телевизионных каналов с электронным управлением
KB127	Для электронной настройки ДВ, СВ и КВ диапазонов радиоприемников выпускаются комплектами KB127AP—KB127ГР — по 2 варианта KB127AT—KB127ГТ — по 3 варианта KB127AG—KB127ГГ — по 4 варианта
KB128	Для работы в УКВ блоках автомобильных приемников и магнитол, выпускаются комплектами KB128AK — по 8 вариантов отбор с 3%
KB129	Для работы в частотных модуляторах
KB130	Для применения в селекторах телевизионных каналов дециметрового диапазона с электронным управлением, выпускаются комплектами KB130AT — по 3 варианта отбор с 3% KB130AG — по 4 варианта отбор с 3%
KB131	Для работы в АМ трактах приемно-усилительной аппаратуры
KB132	Для работы в ЧМ трактах приемно-усилительной аппаратуры, выпускаются комплектами KB132AP — по 2 варианта отбор с 3% KB132AT — по 3 варианта отбор с 3% KB132AG — по 4 варианта отбор с 3%
2B133	Для работы в перестраиваемых электронным способом избирательных цепях, выпускаются комплектами KB133AP — по 2 варианта
KB134	Для перестраиваемых электронным способом избирательных радиотехнических схем радиоприемников и другой аппаратуры, выпускаются комплектами KB134AT — по 3 варианта отбор с 3%
KB135	Для перестраиваемых электронным способом избирательных радиотехнических схем радиоприемников и другой аппаратуры, выпускаются комплектами KB135AP — по 2 варианта
KB136	Для работы в схемах управления кварцевых генераторов электронных автоматических телефонных станций и другой аппаратуре

Окончание табл. 95

Вариант	Область применения
KB138	Для работы в УКВ блоках радиоприемников и другой аппаратуре с низким напряжением питания
KB139	Для работы в малогабаритных электронно-управляемых радиоприемниках и другой аппаратуре с низким напряжением питания, выпускаются комплектами KB139AP — по 2 варианта отбор с 3% KB139AT — по 3 варианта отбор с 3% KB139AG — по 4 варианта отбор с 3%
KB142	Для электронной настройки ДВ, СВ и КВ диапазонов радиоприемников, выпускаются комплектами KB142AP—KB142BP — по 2 варианта отбор с 3% KB142AT—KB142BT — по 3 варианта отбор с 3% KB142AG—KB142BG — по 4 варианта отбор с 3%
2B143	Для работы в схемах управления генераторов, перестраиваемых электронным способом, для создания частотно-избирательных схем в диапазонах МВ и ДМВ
KB144	Для работы в селекторах каналов кабельного телевидения и другой РЭА, выпускаются комплектами KB144AT—KB144BT — по 3 варианта отбор с 3% KB144AG—KB144BG — по 4 варианта отбор с 3%
KB146	Для работы в бытовой видеотехнике
KB149	Для работы в селекторах каналов ТВ приемников
AB151-5	Для всеволнового селектора телевизионных каналов
KB152A	ВВ505 для всеволновых селекторов каналов ТЦ
KB153A9	ВВ515 для всеволновых селекторов каналов ТЦ
KB154A9	ВВ609 для всеволновых селекторов каналов ТЦ

Электрические характеристики варикапов KB101—KB151. Электрические характеристики популярных варикапов представлены в табл. 96.

Таблица 96

Электрические характеристики популярных варикапов KB101–KB151

Варикап	$C_B/U_{об},$ пФ/В	$K_c(U1-U2)$ (В)	ТКЕ* 1000 (У)	$Q(U/F)$ (В/МГц) [пФ/МГц]	$I_0/U_0,$ мкА/В	$U_{ом},$ В
KB101А	160-240/0,8	1,2-	—	12(0.8/10)	1/4	4
KB102А	14-23/4	2,5-	—	40(4/50)	1/45	45
KB102Б	19-30/4	2,5-	—	40(4/50)	1/45	45
KB102В	25-40/4	2,5-	—	40(4/50)	1/45	45
KB102Г	19-30/4	2,5-	—	100(4/50)	1/45	45
KB102Д	19-30/4	3,5-	—	40(4/50)	1/80	80
2В102Е	25-37/4	2,1-	—	100(4/50)	1/45	45
2В102Ж	19-28/4	2,1-	—	50(4/50)	1/80	80
KB103А	18-32/4	—	—	50(4/50)	10/80	80
KB103Б	28-48/4	—	—	40(4/50)	10/80	80
KB104А	90-120/4	2,5-	—	100(4/10)	5/45	45
KB104Б	106-144/4	2,5-	—	100(4/10)	5/45	45
KB104В	128-192/4	2,5-	—	100(4/10)	5/45	45
KB104Г	95-143/4	3,5-	—	100(4/10)	5/80	80
KB104Д	128-192/4	3,5-	—	100(4/10)	5/80	80
KB104Е	95-143/4	2,5-	—	150(4/10)	5/45	45
KB105А	400-600/4	3,8- (4-90)	0,5/4	500(4/1)	30/90	90
KB105Б	400-600/4	3,0- (4-50)	0,5/4	500(4/1)	30/50	50
KB106А	20-50/4	—	—	40(4/50)	20/120	120
KB106Б	15-35/4	—	—	60(4/50)	20/90	90

Продолжение табл. 96

Вариант	$C_B/U_{об},$ пФ/В	$K_c(U1-U2)$ (В)	ТКЕ* 1000 (У)	$Q(U/F)$ (В/МГц) [пФ/МГц]	$I_0/U_0,$ мкА/В	$U_{ом},$ В
KB107А	10-40 /	1,5-	—	20(/10)	100/	6-16
KB107Б	10-40 /	1,5-	—	20(/10)	100/	-31
KB107В	30-65 /	1,5-	—	20(/10)	100/	6-16
KB107Г	30-65 /	1,5-	—	20(/10)	100/	-31
KB109А	2,3-2,8/25	4,0-5,5(3-25)	—	300(3/50)	0,5/25	28
KB109Б	2,0-2,3/25	4,5-6,5(3-25)	—	300(3/50)	0,5/25	28
KB109В	8,0-16 /3	4,0-6,0(3-25)	—	160(3/50)	0,5/25	28
KB109Г	8,0-17 /3	4,0- (3-25)	—	160(3/50)	0,5/25	28
KB109Е	2,0-2,3/25	4,5-6,0(3-25)	—	450(3/50)	0,02/25	28
KB109Ж	1,8-2,8/25	4,0-6,0(3-25)	—	300(3/50)	0,5/25	28
2В110А	12,0-28,0/4	2,5-	—	300(4/50)	1/45	45
2В110Б	14,4-21,6/4	2,5-	—	300(4/50)	1/45	45
2В110В	17,6-26,4/4	2,5-	—	300(4/50)	1/45	45
2В110Г	12,0-28,0/4	2,5-	—	150(4/50)	1/45	45
2В110Д	14,4-21,6/4	2,5-	—	150(4/50)	1/45	45
2В110Е	17,6-26,4/4	2,5-	—	150(4/50)	1/45	45
2В110Ж	32,0-30,0/4	2,5-3,0	—	300(4/50)	1/45	45
КВС111А	19,7-36,3/4	2,1- (4-30)	0,5/	200(4/50)	1/30	30
КВС111Б	19,7-36,3/4	2,1- (4-30)	0,5/	150(4/50)	1/30	30
KB112А	9,6-14,4/4	1,8- (4-25)	0,5/4	200(4/50)	1/25	25
KB112Б	12,0-18,0/4	1,8- (4-25)	0,5/4	200(4/50)	1/25	25
2В112Б9	12,0-18,0/4	1,8- (4-25)	—	200(4/50)	1/25	25

KB113A	54,4-81,6/4	4,4-	0,5/4	300(4/10)	10/135	150
KB113Б	54,4-81,6/4	4,4-	0,5/4	300(4/10)	10/100	115
KB114A1	54,4-81,6/4	4,4- (4-135)	0,5/4	300(4/10)	10/135	150
KB114A1	54,4-81,6/4	3,9- (4-100)	0,5/4	300(4/10)	10/100	115
KB115A	100-700/0	—	—	—	0,1/	0,1
KB115Б	100-700/0	—	—	—	0,05/	0,1
KB115B	100-700/0	—	—	—	0,01/	0,1
KB116A1	168-252/1	18- (1-10)	2,0/4	100(1/1)	1/10	10
2B116Б1	168-210/1	18- (1-10)	2,0/4	200(1/1)	1/12	12
2B116B1	195-252/1	18- (1-10)	2,0/4	200(1/1)	1/12	12
KB117A	26,4-39,6/3	5-7 (3-25)	0,6/3	180(3/50)	1/25	25
KB117Б	26,4-39,6/3	4-7 (3-25)	0,6/3	150(3/50)	1/25	25
2BC118A	54,4-81,6/4	3,6-4,4(4- U_{0M})	—	200[55/10]	1/100	115
2BC118Б	54,4-81,6/4	2,7-3,3(4- U_{0M})	—	250[55/10]	1/50	60
KB119A	168-252/1	18- (1-10)	2,0/4	100(1/1)	1/10	12
KBC120A	230-320/1	20- (1-30)	—	100(1/1)	0,5/30	32
KBC120Б	230-320/1	20- (1-30)	—	100(1/1)	0,5/30	32
KBC120A1	230-320/1	20- (1-30)	—	100(1/1)	0,5/30	32
KB121A	4,3-6,0/25	7,6-(1,5-25)	—	200[27/50]	0,5/28	30
KB121Б	4,3-6,0/25	7,6-(1,5-25)	0,8/4	150[27/50]	0,5/28	30
KB122A	2,3-2,8/25	4,0-5,5(3-25)	0,8/3	450[9/50]	0,2/28	30
KB122Б	2,0-2,3/25	4,5-6,5(3-25)	0,8/3	450[9/50]	0,2/28	30
KB122B	1,9-3,1/25	4,0-6,0(3-25)	0,8/3	300[9/50]	0,2/28	30

Продолжение табл. 96

Вариант	$C_B/U_{OB},$ пФ/В	$K_C(U1-U2)$ (В)	ТКЕ* 1000 (У)	$Q(U/F)$ (В/МГц) [пФ/МГц]	$I_O/U_O,$ мкА/В	$U_{OM},$ В
KB122A9	2,3-2,8/25	4,0-5,5(3-25)	0,8/3	450[9/50]	0,05/28	30
KB122AГ9	2,3-2,8/25	4,0-5,5	—	450[9/50]	0,05	30
KB122AT9	2,3-2,8/25	4,0-5,5	—	450[9/50]	0,05	30
KB122Б9	2,0-2,3/25	4,5-6,5(3-25)	0,8/3	450[9/50]	0,02/28	30
KB122БГ9	2,0-2,3/25	4,5-6,5	—	450[9/50]	0,02/28	30
KB122БТ9	2,0-2,3/25	4,5-6,5	—	450[9/50]	0,02/28	30
KB122B9	1,9-3,1/25	4,0-6,0(3-25)	0,8/3	300[9/50]	0,05/28	30
KB122BГ9	1,9-3,1/25	4,0-6,0	—	300[9/50]	0,05	30
KB122BT9	1,9-3,1/25	4,0-6,0	—	300[9/50]	0,05	30
KB122Г9	2,3-2,8/25	4,0-5,5(3-25)	—	450[/50]	0,05/28	30
KB123A	2,6-3,8/25	6,8- (3-25)	0,8/3	250[12/50]	0,05/28	28
KB123AГ	2,6-3,8/25	6,8-	—	250[12/50]	0,05/25	28
2B124A	24,3-29,7/3	4,7-6,7(3-25)	—	200[25/50]	0,5/25	28
2B124Б	9,0-11,0/3	4-6,5(3-25)	—	250[25/50]	0,5/25	30
2B124A9	24,3-29,7/3	4,7-6,7(3-25)	0,5/4	200[25/50]	0,5/25	28
2B125A	24-36 /1 2,9-4,3/12	5,6-12,(1-12)	—	150[10/50]	0,5/12	14
KB126A5	2,6-3,8/25	6,8- (3-25)	0,8/4	200[12/50]	0,5/25	28
KB127A	230-280/1	20- (1-30)	—	140(1/1)	0,5/30	30
KB127Б	260-320/1	20- (1-30)	—	140(1/1)	0,5/30	30
KB127B	230-260/1	20- (1-30)	—	140(1/1)	0,05/32	32
KB127Г	230-320/1	20- (1-30)	—	100(1/1)	0,5/30	30

KB128A	22-28/1	1,9- (1-9)	0,8/4	300[20/50]	0,05/10	12
KB128AK	22-28/1	1,9- (1-9)	—	300[20/50]	0,05/10	12
KB129A	7,2-11/3	4- 5,5	0,8/	50[9/50]	0,5/8	28
KB130A	3,7-4,5/28	12- (1-28)	—	300(/50)	0,05/	28
KB130A9	3,7-4,5/28	12-18(1-28)	0,8/3	300[12/50]	0,05/	28
KB130AГ9	3,7-4,5/28	12-18(1-28)	—	300[12/50]	0,05/	28
KB130AT9	3,7-4,5/28	12-18(1-28)	—	300[12/50]	0,05/	28
KB131A	440-530/1	18- (1-8,5)	2,0/1	130(1/1)	0,05/10	14
KB132A	26,4-39,6/2	3,5-4,4(2-5)	2,0/2	300(4/500)	0,05/5	12
KB132AГ	26,4-39,6/2	3,5- (2-5)	2,0/2	300(4/50)	0,05/5	12
KB132AP	26,4-39,6/2	3,5- (2-5)	—	300(4/50)	0,05/5	12
KB132AT	26,4-39,6/2	3,5- (2-5)	—	300(4/50)	0,05/5	12
2B133A	120-180/4	8- (4-27)	—	100[120/10	1/27	32
KB134A	18-22/1	3- (1-10)	—	400(4/500)	0,05/10	23
KB134A9	18-22/1 -6/10	3-3,9 (1-10)	—	400(4/500)	0,05/10	25
KB134AT9	18-22/1 -6/10	3- (1-10)	—	400(4/500)	0,05/10	25
KB135A	486-594/1 -30/10	16,2- (1-10)	—	150(1/1)	0,5/10	13
KB136A	17-19/4	2,6-3,1(2-30)	0,4/4	500(4/50)	0,02/25	30
KB136Б	20-24/4	2,6-3,2(2-30)	0,4/4	500(4/50)	0,02/25	30

Продолжение табл. 96

Вариант	$C_B/U_{об},$ пФ/В	$K_c(U1-U2)$ (В)	ТКЕ* 1000 (У)	$Q(U/F)$ (В/МГц) [пФ/МГц]	$I_0/U_0,$ мкА/В	$U_{ом},$ В
KB138А	14-18/2	3,5-4,8(2-5)	0,8/2	200(3/50)	0,05/5	12
KB138Б	17-21/2	3,5-4,8(2-5)	0,8/2	200(3/50)	0,05/5	12
KB139А	500-620/1	18-25(1-5)	0,8/1	160[500/1]	0,5/12	16
KB139АГ	500-620/1	18-25(1-5)	—	160[500/1]	0,5/	16
KB139АР	500-620/1	18-25(1-5)	—	160[500/1]	0,5/	16
KB139АТ	500-620/1	18-25(1-5)	—	160[500/1]	0,5/	16
KB140А1	170-210/1	18-(1-10)	0,8/1	200(1/1)	0,5/10	15
KB140Б1	195-240/1	18-(1-10)	0,8/1	200(1/1)	0,5/10	15
2В141А6	5,4-6,6/8	3- (1-8)	0,8/	—	0,2/14	16
KB142А	230-260/1	19-25(1-30)	0,4/1	300[200/1]	0,05/32	32
KB142АГ	230-260/1	19-25(1-30)	—	300[200/1]	0,05/	32
KB142АР	230-260/1	19-25(1-30)	—	300[200/1]	0,05/	32
KB142АТ	230-260/1	19-25(1-30)	—	300[200/1]	0,05/	32
KB142Б	250-320/1	19-25(1-30)	0,4/1	300[200/1]	0,05/32	32
KB142БГ	250-320/1	19-25(1-30)	—	300[200/1]	0,05/	32
KB142БР	250-320/1	19-25(1-30)	—	300[200/1]	0,05/	32
KB142БТ	250-320/1	19-25(1-30)	—	300[200/1]	0,05/	32
2В143А	24,3-29,7/3	3,2-4,1(3-15)	—	400(/50)	0,05/15	18
2В143Б	24,3-29,7/3	3,8-4,8(3-15)	—	400(/50)	0,05/15	18
2В143В	24,3-29,7/3	4,9-6,5(3-25)	—	350(/50)	0,05/25	28

KB144A	2,6-3,0/25 31,0- /1	12-15(1-28)	—	110[30/50]	0,01	32
KB144A1	2,6-3,0/25 31,0- /1	12-15(1-28)	—	100[30/50]	0,02	32
KB144AG	2,6-3,0/25 31,0- /1	12-15(1-28)	—	110[30/50]	0,01	32
KB144AT	2,6-3,0/25 31,0- /1	12-15(1-28)	—	110[30/50]	0,01	32
KB144Б	2,8-3,2/25 33,5- /1	12-15(1-28)	—	110[30/50]	0,01	32
KB144Б1	2,8-3,2/25 33,5- /1	12-15(1-28)	—	100[30/50]	0,02	32
KB144БГ	2,6-3,0/25 31,0- /1	12-15(1-28)	—	110[30/50]	0,01	32
KB144БТ	2,6-3,0/25 31,0- /1	12-15(1-28)	—	110[30/50]	0,01	32
KB144В	-3,0/25 31,0- /1	12-15(1-28)	—	90[30/50]	0,01	32
KB144В1	-3,0/25 31,0- /1	12-15(1-28)	—	90[30/50]	0,01	32
KB144Г	-3,2/25 33,0- /1	12-15(1-28)	—	90[30/50]	0,01	32

Окончание табл. 96

Вариант	$C_B/U_{об},$ пФ/В	$K_c(U1-U2)$ (В)	ТКЕ* 1000 (У)	$Q(U/F)$ (В/МГц) [пФ/МГц]	$I_0/U_0,$ мкА/В	$U_{ом},$ В
KB144Г1	-3,2/25 33,0-/1	12-15(1-28)	—	90[30/50]	0,01	32
KB146А	10-16/10	2,4- (0-10)	—	100(4/50)	0,05	32
KB147А	85-105/4	2,8-3,5 (4-)	—	65(4/50)	5	50
KB147Б	95-115/4	2,8-3,5 (4-)	—	65(4/50)	5	50
KB149А1	1,9-2,4/28	7,7-9,4 (1-)	—	450(/50)	0,02	30
KB149Б1	1,8-2,4/28	7,5-9,5 (1-)	—	350(/50)	0,02	30
KB149В1	2,2-2,7/28	7,0-9,0 (1-)	—	450(/50)	0,02	30
AB151А5	0,75±10% /25	8- (1,5-25)	—	50(/1000) 1000(/50)	—	27

Примечание. Если приводится два значения параметра через черточку, это означает минимальное и максимальное значение.

Значение со звездочкой (*) приводится для импульсного режима.

Параметр, помеченный буквой «Т» означает, что приводится типовое значение.

Условное обозначение электрических параметров варикапов представлено в табл. 97.

Таблица 97

Условное обозначение электрических параметров варикапов

Обозначение	Параметр
U_{CT}/I_{CT}	Напряжение стабилизации (U_{CT}) стабилитрона при заданном прямом токе (I_{CT}) через него
I_{c1}/I_{c2}	Минимальный и максимальный токи стабилизации
R_{CT}/I_{CT}	Динамическое сопротивление (R_{CT}) стабилитрона при заданном прямом токе (I_{CT}) через него
P/P_T	Максимально допустимая постоянная рассеиваемая мощность на стабилитроне (P) и на стабилитроне с теплоотводом (P_T)
TKU	Температурный коэффициент изменения напряжения стабилизации стабилитрона
dU_{CT}	Разброс номинального напряжения стабилизации (приводится максимальное отклонение в процентах или в вольтах)

Цветовая маркировка варикапов представлена в табл. 98.

Таблица 98

Цветовая маркировка варикапов

Варикап	Цветовая маркировка
KB101A	Полярность обозначается точкой со стороны анода
2B102	Полярность обозначается желтой точкой со стороны анода
KB102	Полярность обозначается белой точкой со стороны анода
2B104	Полярность обозначается белой точкой со стороны анода
KB104A	Полярность обозначается оранжевой точкой со стороны анода
KB109A	Полярность обозначается белой точкой со стороны анода
109Б	Полярность обозначается красной точкой со стороны анода
109В	Полярность обозначается зеленой точкой со стороны анода

Продолжение табл. 98

Вариант	Цветовая маркировка
KBC111A	Маркируется белой точкой
111Б	Маркируется оранжевой точкой
2В112Б9	Полярность обозначается белой точкой со стороны анода
2В113А	Полярность обозначается белой точкой со стороны анода
113Б	Полярность обозначается оранжевой точкой со стороны анода
KB113А	Полярность обозначается желтой точкой со стороны анода
113Б	Полярность обозначается зеленой точкой со стороны анода
KB121А	Тип обозначается синей точкой или полосой, полярность обозначается выпуклой точкой со стороны катода
121Б	Тип обозначается желтой точкой или полосой, полярность обозначается выпуклой точкой со стороны катода
KB122А	Маркируется оранжевой точкой, полярность обозначается выпуклой точкой со стороны катода
122Б	Маркируется фиолетовой точкой, полярность обозначается выпуклой точкой со стороны катода
122В	Маркируется коричневой точкой, полярность обозначается выпуклой точкой со стороны катода
KB122А9	Тип и полярность обозначаются оранжевой точкой со стороны анода
KB123А	Маркируется белой полосой со стороны анода, полярность обозначается выпуклой точкой со стороны катода
2В124А	Полярность обозначается выпуклой точкой со стороны катода, тип обозначается зеленой точкой со стороны анода
124Б	Тип обозначается зеленой точкой со стороны катода
2В124А9	Тип обозначается зеленой точкой со стороны анода
2В125А	Полярность обозначается выпуклой точкой со стороны катода, тип обозначается белой точкой со стороны анода
KB127А	Тип обозначается белой краской со стороны катода, полярность обозначается выпуклой точкой со стороны катода
127Б	Тип обозначается красной краской со стороны катода, полярность обозначается выпуклой точкой со стороны катода

Продолжение табл. 98

Вариант	Цветовая маркировка
127В	Тип обозначается желтой краской со стороны катода, полярность обозначается выпуклой точкой со стороны катода
127Г	Тип обозначается зеленой краской со стороны катода, полярность обозначается выпуклой точкой со стороны катода
KB128A	Тип и полярность обозначаются красной точкой со стороны анода
KB129A	Тип и полярность обозначаются черной точкой со стороны анода
KB130A	Маркируются красной точкой со стороны катода
KB130A9	Тип и полярность обозначаются оранжевой точкой со стороны анода
KB131A	Тип и полярность обозначаются красной точкой со стороны анода
KB132A	Тип обозначается белой точкой со стороны катода
2B133A	Полярность обозначается выпуклой точкой со стороны катода, тип обозначается красной точкой со стороны катода
KB134A	Тип обозначается белой (или желтой) точкой со стороны катода, полярность обозначается выпуклой точкой со стороны катода
KB134A9	Тип и полярность обозначаются желтой точкой со стороны анода
KB135A	Тип и полярность обозначаются белой точкой со стороны анода
KB138A	Две белые точки
138Б	Две красные точки
KB142A	Полярность обозначается выпуклой точкой со стороны катода, тип обозначается белой точкой со стороны анода
142Б	Полярность обозначается выпуклой точкой со стороны катода, тип обозначается красной точкой со стороны анода

Окончание табл. 98

Вариант	Цветовая маркировка
2В143А	Маркируется белой точкой со стороны катода
143Б	Маркируется красной точкой со стороны катода
143В	Маркируется желтой точкой со стороны катода
КВ146А	Тип и полярность обозначаются желтым кольцом со стороны катода
КВ149А	Тип и полярность обозначаются оранжевым кольцом со стороны катода
КВ149Б	Тип и полярность обозначаются двумя оранжевыми кольцами со стороны катода
КВ149В	Тип и полярность обозначаются двумя белыми кольцами со стороны катода

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Заземление бытовой техники

Надежное электропитание и заземление архиважны для работы бытовой техники, компьютеров, локальных сетей, периферийных устройств, соединяемых различными кабелями (например, компьютер—принтер, телевизор—видеомагнитофон и в других случаях). Применение устройств защиты, в частности источников бесперебойного питания (UPS) эффективно только при наличии хорошего заземления. Практическая реализация надежного заземления настолько актуальна (с точки зрения защиты, долговременной эксплуатации и техники безопасности), что имеет не меньшее значение, чем, скажем, жизнь и здоровье человека.

Подключение заземления в одном электрическом контуре. Рассмотрим некоторые особенности подключения к осветительной сети 220 В электрических устройств с точки зрения безопасности как человека, так и компьютера.

На рис. 1 представлена схема сетевого фильтра по питанию (ФП), применяемого практически в каждом источнике питания бытовых устройств различной сложности (телевизора, компьютера или периферийного устройства)

Конденсаторы фильтра предназначены для шунтирования высокочастотных помех осветительной сети

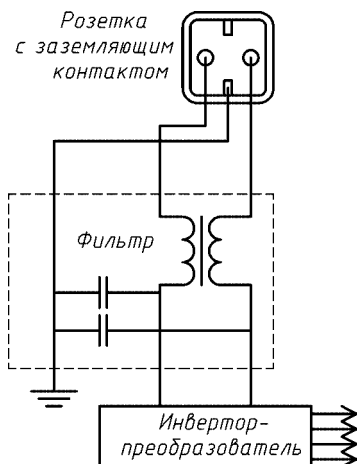


Рис. 1. Входные цепи (ФП) источника питания бытовой техники

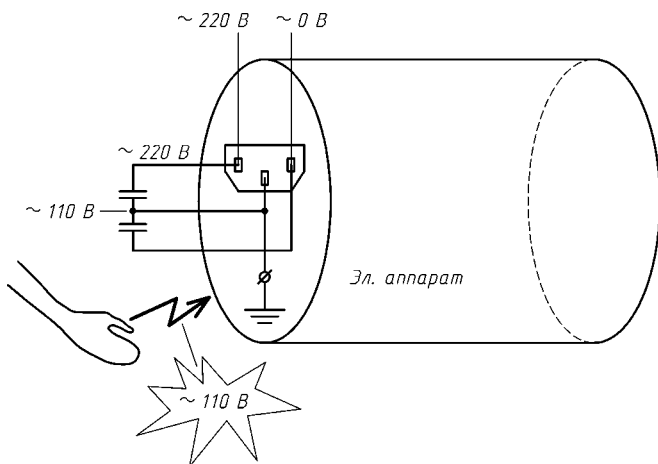


Рис. 2. Образование потенциала на общем проводе электроприбора

на землю через провод защитного заземления и соответствующие трехполюсные вилку (штекер) и розетку. Провод заземления соединяют с контуром заземления, его недопустимо соединять с «нулем» осветительной сети. При устройстве «зануления» необходима гарантия того, что нуль не станет фазой, если кто-нибудь «перевернет» штекер питания. Если же «землю» устройства никуда не подключать, на корпусе (общем проводе) устройства может появиться переменное напряжение 100 В (рис. 2): конденсаторы фильтра работают как емкостной делитель напряжения, и поскольку их емкость одинакова 220 В делится пополам.

Мощность данного источника ограничена, поскольку ток короткого замыкания $I_{\text{кз}}$ на землю составляет от единиц до десятков мА; причем, чем мощнее источник питания, тем больше емкость конденсаторов фильтра и, следовательно, ток.

При емкости конденсатора $C = 0,01 \text{ мкФ}$ ток будет около 0,7 мА. Данные значения переменного тока

и напряжения опасны для человека, особенно для ребенка или домашнего животного (их масса и устойчивость к опасным факторам намного ниже, чем при прочих равных условиях у взрослого человека). Попасть под удар электрического тока в данном случае можно, например, прикоснувшись одновременно к металлическим частям корпуса компьютера и к батарее отопления. Это напряжение является одним из источников разности потенциалов между устройствами, от которой страдают интерфейсные схемы.

Что же происходит при соединении с помощью кабеля двух различных устройств, например, телевизора — DVD проигрывателя, музыкального центра — усилителя низкой частоты (НЧ), компьютера — принтера)? Общий провод кабеля имеет электрический контакт с общим проводом электрических схем и печатных плат, а также и корпусом устройства (если он из токопроводящего материала). Когда соединяемые устройства надежно заземлены (занулены) через отдельный провод на общий контур (рис. 3), проблемы разности потенциалов не возникает. На рис. 3 показано правильное подключение электрических устройств.

Если же в качестве заземляющего провода использовать нулевой провод питания при разводке питающей сети с трехполюсными розетками двухпроводным

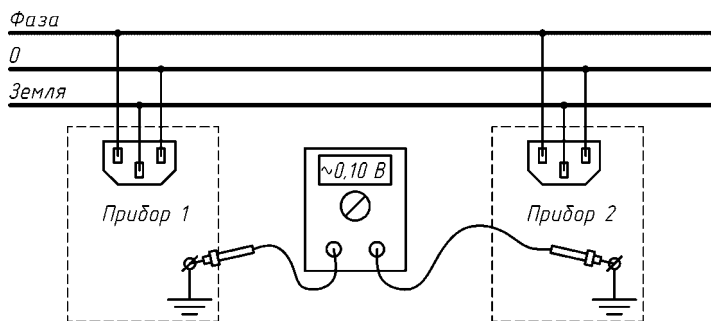


Рис. 3. Правильное подключение электрических устройств

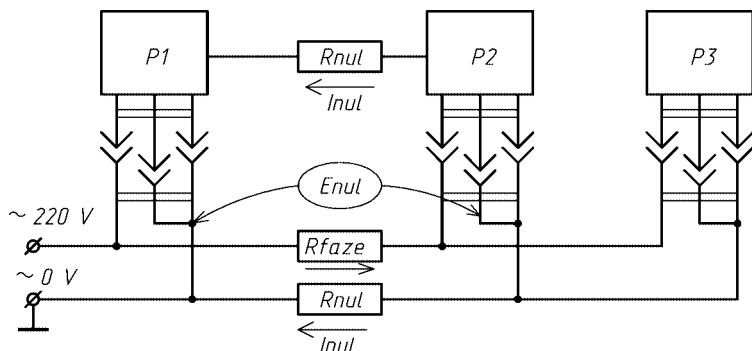


Рис. 4. Появление разности потенциалов при двухпроводном кабеле питания

кабелем, на нем будет присутствовать разность потенциалов, вызванная падением напряжения от протекающего силового тока I_{nul} . Эту опасную ситуацию иллюстрирует рис. 4.

Если в эти же розетки включать устройства с большим энергопотреблением (например, мощный лазерный принтер или факс старого образца), разность потенциалов будет ощутимой. Также будут заметными импульсные помехи, создаваемые при включении/выключении этих устройств. Эквивалентный источник напряжения при невысоком значении электродвижущей силы (ЭДС) $E_{nul} < 10$ В будет иметь низкое выходное сопротивление, равное сопротивлению участка нулевого провода.

Мощность, потребляемая устройствами, изображенными на рис. 4, равна: $P1 = P2 + P3$.

Поскольку обычно сопротивление соединительного кабеля больше питающего (так как сечение проводов питающего кабеля больше сечения проводов кабеля соединения), через общий провод соединительного кабеля потечет ток существенно меньший, чем силовой.

Это прямое следствие закона Ома

$$U = IR, \text{ то есть } I = U/R$$

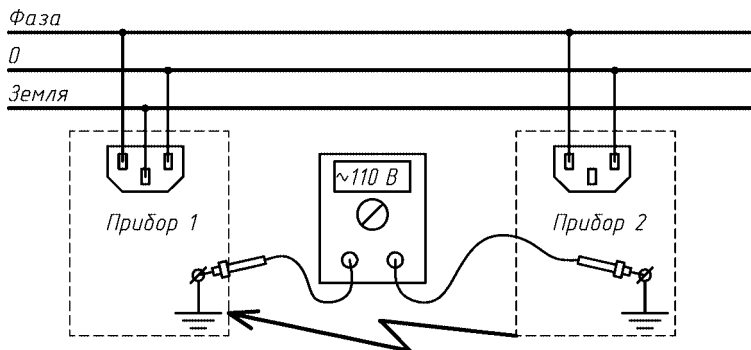


Рис. 5. Появление фазного напряжения на общем проводе (корпусе устройства) при обрыве нулевого провода

Но при нарушении контакта в нулевом проводе питания через соединительный кабель может протекать и весь ток, потребляемый устройством.

Значение этого опасного тока может достигать нескольких ампер, что повлечет выход устройств из строя. Разные потенциалы относительно общего провода (корпуса) разных устройств также являются источником помех. Такая ситуация представлена на рис. 5.

Самая опасная ситуация возникает при обрыве нулевого провода (например, отгорел нулевой провод в щите или распределительной коробке) в случае заземления устройств через рабочий нулевой провод (рис. 6).

Тогда через трансформатор источника питания или двигатель устройства (например, пылесос) на нулевой клемме прибора, а значит, и на корпусе устройства, появится опасное напряжение 220 В с большой потенциальной мощностью. Это чревато очень тяжелыми поражениями электрическим током. Поэтому **никогда не присоединяйте рабочий нулевой проводник к корпусу электроприбора!**

Пример. Домохозяйка А применяла в комнате пылесос по назначению. Вдруг двигатель пылесоса перестал работать (по техническим причинам пропал контакт

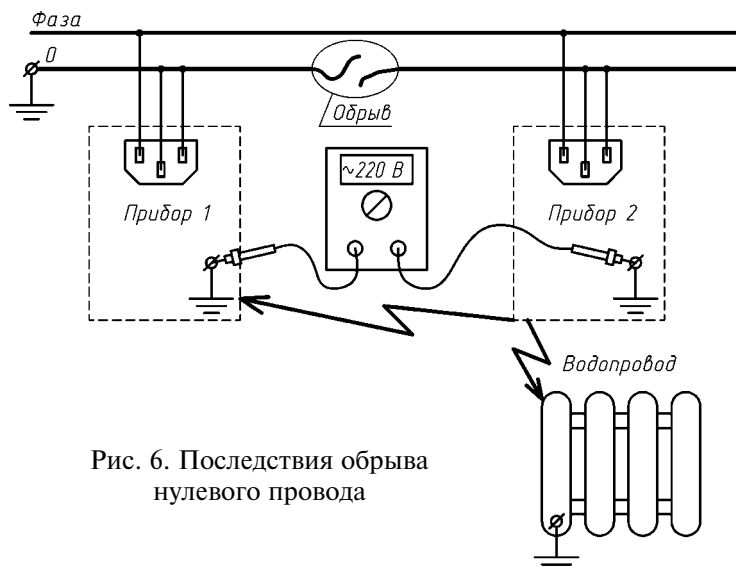


Рис. 6. Последствия обрыва
нулевого провода

нулевого провода в электрошитке жилого дома). А стала искать причину в пылесосе, дотронулась рукой до металлической части корпуса, а оголенной коленкой коснулась батареи отопления. В результате ее тело стало проводником электрического тока по кратчайшему пути, и А получила электрический удар.

Если оба соединяемых кабелем устройства не заземлены (в случае их питания от одной фазы сети) разность потенциалов между ними будет небольшой (вызванной разбросом емкостей конденсаторов в разных фильтрах). Уравнивающий ток через общий провод соединительного кабеля будет мал, и разность потенциалов между общими проводами в схемах (платах) устройств тоже будет мала. Но не следует забывать о безопасности человека.

Так, если незаземленные устройства подключены к разным фазам, разность потенциалов между их несоединенными корпусами будет порядка 190 В, при этом уравнивающий ток через кабель может достигать десятка миллиампер.

Почему выходят из строя электронные устройства?

Безопасной можно считать такую ситуацию, когда все соединения/разъединения выполняются при отключенном питании. Это правило важно как для мобильных телефонов и их зарядных устройств, так и всех электронных устройств, имеющих силовые адаптеры к напряжению осветительной сети 220 В.

И наоборот, при коммутациях при включенном питании возможны неприятности: если контакты общего провода соединительного кабеля соединяются позже (или разъединяются раньше) сигнальных, разность потенциалов между общими проводами в разных схемах прикладывается к сигнальным цепям, что чревато частым выходом из строя электронных устройств и целых блоков. А они могут быть весьма дорогостоящими и не ремонтпригодными (ремонт не рентабелен).

Соединение заземленного устройства с не заземленным, особенно когда у последнего мощный источник питания, приводит к неминуемому выходу из строя электронных устройств.

Для устройств, источники питания которых имеют шнуры с двухполюсной вилкой (такие еще встречаются), эти проблемы также актуальны. Источники питания зачастую имеют сетевой фильтр, но с конденсаторами малой емкости (следовательно, ток короткого замыкания достаточно мал). Весьма опасны сетевые шнуры устройств с двухполюсной вилкой, которыми подключаются источники питания с трехполюсным разъемом. Домашние пользователи, подключающие свои устройства в бытовые розетки, могут столкнуться с проблемами из-за отсутствия заземления.

Далеко не в каждой квартире сегодня установлены евровозетки с надежным заземлением. Еще меньше процент безопасных силовых подключений в старом фонде сельских домов.

Локально проблемы заземления решает применение сетевых фильтров типа Pilot и им подобных (рис. 7).



Рис. 7. Промышленный сетевой фильтр по питанию (ФП) Pilot

Питание от одного ФП всех устройств, соединяемых интерфейсами, решает проблему разности потенциалов. Еще лучше, когда ФП включен в трехполюсную розетку с заземлением. Однако заземляющие контакты розеток могут иметь плохой контакт вследствие слабой (изменяющейся со временем эксплуатации) упругости или заусениц в пластмассовом кожухе.

Кроме того, эти контакты не любят частого вынимания и вставки вилок, поэтому **обратите внимание:**

- обесточивание оборудования по окончании работы лучше выполнять выключателем питания фильтра (предварительно выключив устройства);
- рекомендуется отключать питание при подключении и отключении соединительных кабелей.

Почему? Небольшая разность потенциалов, которая практически исчезнет при соединении (электрическом контакте) устройств общими проводами интерфейсов может «пробить» входные и выходные цепи сигнальных линий, если в момент присоединения разъема контакты общего провода соединятся позже сигнальных.

Пример. Пользователю ПК *В* время от времени требовалось включать сканер, имеющий адаптер к сети 220 В. Чтобы не «втыкать» постоянно кабели в разъем (USB) и разъем питания, *В* соединил штатным кабелем USB разъемы сканера и системного блока, и подключил

сетевой адаптер к напряжению 220 В (между прочим, через фильтр по питанию). Выход сетевого адаптера оставил свободным и по необходимости вставлял разъем на проводе сетевого адаптера в гнездо для питания сканера. Это продолжалось два месяца. В один из дней при очередном некорректном включении сканер вышел из строя. Такая же ситуация может возникнуть (и возникает!) при включении на подзарядку сотовых телефонов.

К помехам, вызванным разностью потенциалов общих проводов схем (корпусов) устройств, наиболее чувствительны параллельные порты. У последовательных портов и разъемов бытовой техники зона чувствительности к статике ниже (пороги ± 3 В), еще меньшую чувствительность имеют интерфейсы локальных сетей, где обычно имеется гальваническая развязка сигнальных цепей от общего провода с допустимым напряжением изоляции порядка 100 В.

Заземление удаленных устройств. Проблема заземления устройств, разнесенных территориально, обостряется. Если разводка питания и заземления выполнена двухпроводным кабелем (рис. 4), разность потенциалов, обусловленная падением напряжения на заземляющих проводах, будет особенно ощутимой.

В ряде случаев практикуется прокладка отдельного кабеля (с большим сечением проводника) или шины для цепи заземления. Однако разводка заземления отдельным кабелем не всегда удобна и часто неэффективна с точки зрения защиты от помех, поскольку при этом могут образовываться замкнутые контуры с широким охватываемым пространством — своеобразные антенны.

Поэтому разводку питания к удаленным устройствам целесообразно выполнять трехпроводным кабелем, один из проводов которого используется для защитного заземления. Тогда древовидная схема заземления получается естественным образом (рис. 8), защитный провод в корневой части этого дерева заземляют или «зануляют».

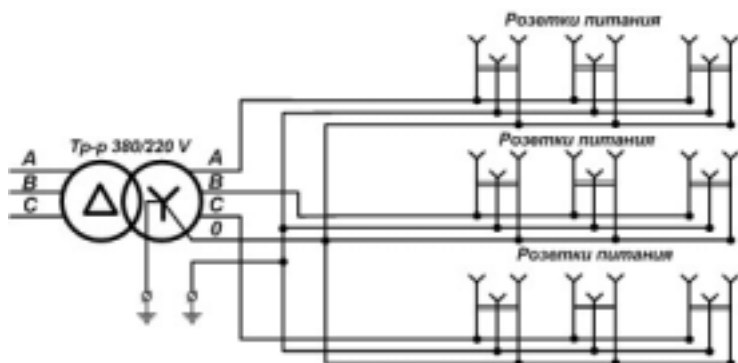


Рис. 8. Правильная схема заземления

Дополнительные проблемы при разводке электропитания для компьютеров обусловлены динамической нелинейностью входной цепи бестрансформаторных источников питания (современны и применяются повсеместно). Традиционные электросети рассчитаны на более или менее линейную нагрузку.

В домах с современной планировкой разводка электрического питания производится согласно схеме, представленной на рис. 8. А как же быть остальным?

Несколько практических рекомендаций:

- ни в коем случае не пытайтесь заземлиться на батарею отопления;
- аккуратно проведите заземление проводом большого сечения от электрического щита на лестничной площадке к себе в квартиру. Не забывайте о технике безопасности.

Техника безопасности

- Все бытовые устройства должны быть надежно заземлены.
- Заземление должно быть выполнено для всех розеток (не частично и не выборочно, как это бывает при последнем ремонте).

- Запрещается соединять клемму заземления розетки или прибора с рабочим нулевым проводом сети.
- Рекомендуется отключать питание при подключении и отключении соединительных кабелей различных бытовых устройств.
- Если различные устройства соединяют с помощью кабелей (например, в компьютерную сеть), необходимо их подключить к общему удлинителю, имеющему клеммы заземления.

*Приложение 2***Включение безрелейных
оконечных электронных узлов**

Включение электронных устройств активной нагрузки с помощью слаботочных и даже мощных электромагнитных реле сегодня можно мягко назвать несовременным. Конечно, такое утверждение не относится к тем случаям в радиотехнической практике, когда обойтись без применения реле в качестве узла коммутации пока невозможно, например, токовые реле (с обмоткой поверх геркона), поляризованные реле и реле, коммутирующих очень большие токи в цепях с напряжением более 380 В.

В остальных случаях слаботочные электромагнитные реле напоминают вчерашний день — то здесь, то там их еще можно встретить в розничной продаже (в продаже можно встретить и радиолампы, до сих пор в отдельных случаях имеющие преимущества против отдельных вариантов транзисторов), и даже в некоторых местах, такие реле скупают целыми партиями, из-за наличия на контактах платины и серебра. Однако они уже устарели морально, как устаревают патефон по сравнению с электрофоном. Гораздо удобнее пользоваться другими коммутационными возможностями, которые представляют нам современные зарубежные и отечественные электронные компоненты, о типовых схемах включения которых в электрические цепи постоянного и переменного тока с напряжением 220 В пойдет речь ниже.

Разнообразие этих схем позволит выбрать оптимальный вариант для изготовления домашней конструкции своими руками или для замены (ремонта) соответствующего оконечного коммутационного узла.

Актуальную конкуренцию слаботочным электромагнитным реле составляют оптоэлектронные реле и незначительную — симисторные схемы включения. Рассмотр-

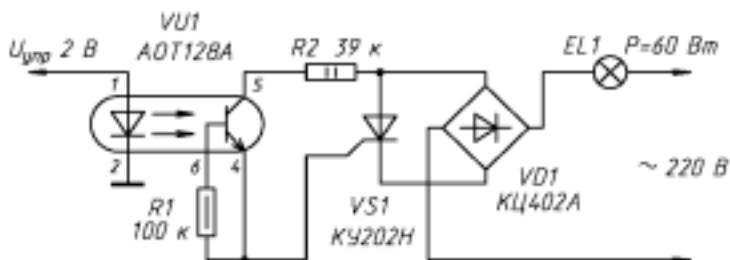


Рис. 9. Электрическая схема включения транзисторной оптопары

рим разные варианты оконечных узлов управления на грузкой подробно.

Некоторым ретро-вариантом выглядит схема, представленная на рис. 9.

Здесь показано включение транзисторной оптопары АОТ128А, выполненной с фотоприемником на основе фототранзистора. Как правило, в таких оптопарах используются фототранзисторы со структурой *n-p-n* на основе кремния. Чувствительные к излучению с длиной волны около 1 мкм. Излучателями (как и в большинстве оптоэлектронных пар и МОП реле служат арсенидгаллиевые диоды, или диоды на тройном соединении, максимум спектрального излучения которых лежит в области наибольшей чувствительности фототиристора или фотодиода.

Управляющий ток тиристор получает от открытого перехода фототранзистора оптопары, когда сигнал управления $I_{упр}$ на выводе 1 *VU1* (относительно общего провода) примет значение 5–7 мА и напряжение 1,8–2,5 В. Резистор *R1*, включенный между базой и эмиттером фототранзистора оптопары, необходим для уменьшения инерционного тока при отсутствии излучения светодиода оптопары.

Получив управляющий ток (через ограничительный резистор *R2* и открытый переход фототранзистора

оптопары), тиристор открывается и замыкает диагональ выпрямительного моста $VD1$, который в данном случае заменяет однопериодный выпрямитель и функционирует как обычный выпрямительный диод. Поэтому, выпрямленный мостом ток протекает через спираль электрической лампы $EL1$, и она загорается. Потери напряжения на диодах выпрямительного моста невелики, порядка 20 В, поэтому свечение лампы $EL1$ чуть менее интенсивно в отличие от ее прямого включения в осветительную сеть 220 В.

Кроме того, диодный мост (как эквивалент одного диода в данной схеме) срезает только один полупериод синусоиды переменного напряжения. Такой ток еще нельзя назвать постоянным. Лампа накаливания $EL1$ в данном включении будет заметно мерцать с частотой сетевого напряжения 50 Гц.

Такое включение тиристора, при котором он замыкает в открытом состоянии диагональ выпрямительного моста, часто используется в радиолюбительских конструкциях. Электрические параметры выпрямительного диодного моста и тиристора для подобных схем (в том числе рассматриваемых ниже) таковы, что обратное напряжение, на которое должны быть рассчитаны диоды моста не должно быть менее 400 В, а рабочее (прямое и обратное) напряжения тиристора не менее 300 В. Мощность рассеяния ограничивающего резистора $R2$ (2 Вт) в схеме на рис. 9 выбрана с запасом — можно применять и менее мощный постоянный резистор, например, МЛТ-0,5. Ток, протекающий через него при открытом переходе фототранзистора оптопары, не превышает 15 мА.

Мощность нагрузки (при использовании выпрямительного моста, указанного на схеме) не должна превышать 60 Вт. Она может быть увеличена, если применить более мощные выпрямительные диоды, например, из модельного ряда Д231, Д243 (выдерживающие ток до 5 А и более) с обязательной установкой последних на радиаторы, гальванически изолированные друг от друга. При

электрической нагрузке большой мощности (более 600 Вт) тиристор следует установить на теплоотводящий радиатор, например, площадью 80 см². Нагрузка на выпрямительный мост в данном случае включения оказывается большей, чем на тиристор. Радиаторы в зависимости от мощности нагрузки *EL1* выбирают такими, чтобы температура нагрева диодов моста и тиристора не превышала рабочую, то есть +45...60 °С.

Характер нагрузки во всех схемах с выпрямительным мостом должен быть активным — нельзя использовать в качестве нагрузки трансформаторы, автотрансформаторы, импульсные источники питания.

Несколько другой вариант включения оконечного узла управления устройствами нагрузки, где активная нагрузка (электрическая лампа накаливания *EL1*) включена после диодного моста, представлен на рис. 10.

Здесь на лампу накаливания воздействует уже постоянный ток, выпрямленный диодным мостом *VD1*.

Визуально свечение лампы *EL1* в этой схеме практически не отличается от ее свечения при прямом включении в сеть 220 В переменного напряжения.

Тиристор замыкает отрицательный полюс выпрямленного диодным мостом напряжения через нагрузку — лампу накаливания *EL1*. Управляется узел постоянным или импульсным напряжением, поступающим от схемы управления через ограничивающий ток резистор *R1*.

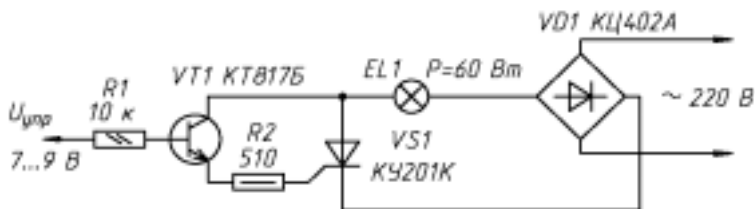


Рис. 10. Электрическая схема включения с активной нагрузкой

Особенность этой схемы в том, что здесь нет оптоэлектронных приборов — работой тиристора управляет мощный транзистор $VT1$. Его электрические параметры рассчитаны так, чтобы максимальное напряжение перехода коллектор-эмиттер $U_{кэ\max}$ не превышало 300 В. Мощностные параметры нагрузки (лампы накаливания $EL1$) выбираются аналогично описанным пояснениям к предыдущей схеме. Ток через управляющий транзистор $VT1$ и ограничительный резистор $R2$ невелик — в диапазоне 20–30 мА, поэтому устанавливать транзистор на теплоотвод нет необходимости при любом варианте нагрузки.

Еще одна особенность такой схемы в том, что оконечный узел управления нагрузкой (показанный на схеме рис. 10) работает в составе с общей схемой. То есть в данном случае отрицательный полюс выпрямленного напряжения («катод» тиристора) одновременно является и общим проводом для всей схемы. Соответственно, «+» питания берут от вывода положительного напряжения диодного моста (до лампы накаливания $EL1$) — с последующей схемой ограничения тока, фильтрацией и стабилизацией напряжения.

Схемы, подобные представленной (рис. 10), широко распространены, особенно в электронных устройствах с небольшим потреблением тока (до 100 мА), когда оправдывает себя бестрансформаторный источник питания с управлением активной нагрузкой в цепи 220 В. Остальные особенности узла аналогичны описанию предыдущей схемы.

О практической замене электромагнитных реле.

Наиболее популярные положительные черты замены электромагнитных реле на оптоэлектронные коммутационные узлы часто упоминаются в радиотехнической литературе — это малый ток и напряжение управления, беззвучность и долговечность работы, возможность работы в средах постоянного и переменного тока, коммутации напряжений (некоторых приборов) до 400–600 В и тока до 0,5 А. На рис. 11 представлена одна из таких схем.

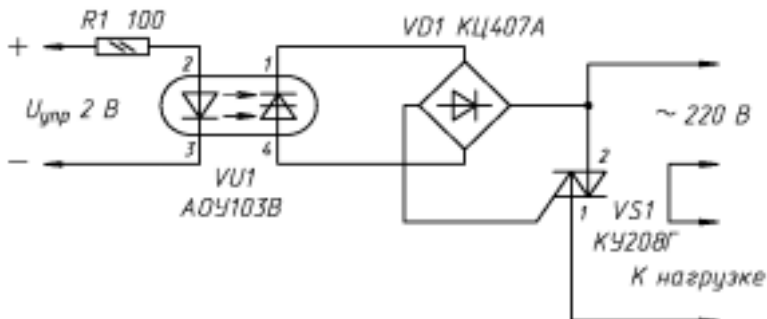


Рис. 11. Электрическая схема с применением оптрона

В этой схеме управление нагрузкой (мощность которой может достигать 600 Вт) осуществляется симистором КУ208Г. Благодаря развязке по питанию — применению оптоэлектронного прибора АОУ103В, цепи управления нагрузкой в сети 220 В и управляющей схемы полностью развязаны. Управляющее постоянное напряжение (или импульсы) амплитудой 1,5–2 В поступает от схемы управления через ограничительный резистор $R1$ на вход оптопары $VU1$. Управляющий ток не превышает 5 мА.

При наличии управляющего сигнала тиристор внутри оптопары открывается (его сопротивление в прямом направлении уменьшается до нескольких десятков Ом), и он шунтирует диагональ выпрямительного моста $VD1$. От выпрямительного моста напряжение поступает на управляющий электрод симистора $VS1$, благодаря чему он открывается в соответствующие полупериоды напряжения и в нагрузку течет ток. Применение оптопар АОУ103 зависит от напряжения в электрической цепи. Так, для данной схемы и других с напряжением более 200 В подходит только оптопара АОУ103В, а при меньших коммутационных напряжениях с буквами «А» — до 50 В, «Б» — до 100 В.

При необходимости управления более мощной нагрузкой, например до 1000 Вт, симистор, как основной

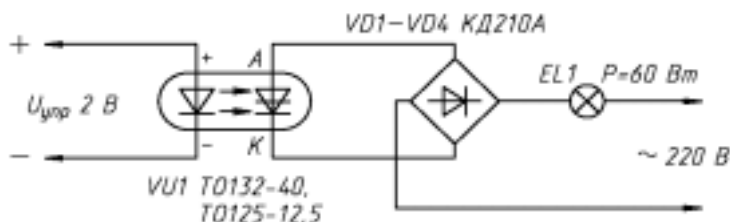


Рис. 12. Другой вариант схемы узла оконечного управления нагрузкой с применением оптрона

прибор в данной схеме, коммутирующий нагрузку, следует установить на теплоохлаждающий радиатор.

Похожая по принципу работы схема представлена на рис. 12. Здесь диагональ выпрямительного моста замыкает оптосимистр ТО132-40 (или аналогичный ТО125-12,5, ТО106-10 и др.) — их основное отличие друг от друга в токе и коммутируемой мощности.

При среднемощной нагрузке (более 60 Вт) диоды следует установить на радиаторы, а при нагрузке более 200 Вт их следует заменить более мощными. Ток управления оптосимистором *VU1* — 10 мА, напряжение 2–3 В.

Симисторы ТС106-10 (и некоторые другие) выпуска до середины 90-х годов имеют расположение выводов последовательное со стороны надписи на корпусе УЭ (управляющий электрод), 2 (А — анод), 1 (К — катод), а более поздних выпусков другое — 1-й вывод — К, 2-й — А, а оставшийся — УЭ. Для правильного определения выводов (цоколевки) при использовании оптосимисторов необходимо свериться со справочником.

Еще один сравнительный момент, который может быть интересен — вопрос цены. Оптосимисторы достаточно дороги. Так, например симистор КУ208Г в магазинах радиотоваров стоит сегодня 20–30 руб., а ТО106-10 — не менее 120 руб.

На рис. 13 показана схема управления симистором КУ208Г посредством подачи на управляющий электрод

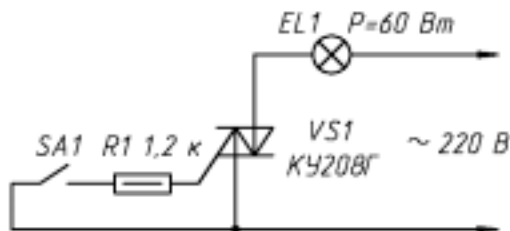


Рис. 13. Электрическая схема управления симистором КУ208Г

VS1 переменного напряжения через ограничительный резистор *R1*. Пока замкнуты контакты включателя *S1* лампа накаливания (нагрузка *EL1*) будет светиться. Такой включатель может быть полезен при дистанционном управлении какой либо нагрузкой или в качестве составного узла к более сложным схемам — ведь вместо включателя *S1* можно использовать электронную схему (в том числе с применением МОП- и оптореле).

Симисторы КУ208Г чувствительны к «правильной» подаче напряжения на УЭ, поэтому, если узел не будет работать сразу, необходимо в данном случае поменять местами проводники подключения в сети 220 В (изменить фазировку). На рис. 14 представлена схема гибридного управления нагрузкой. Здесь задействованы

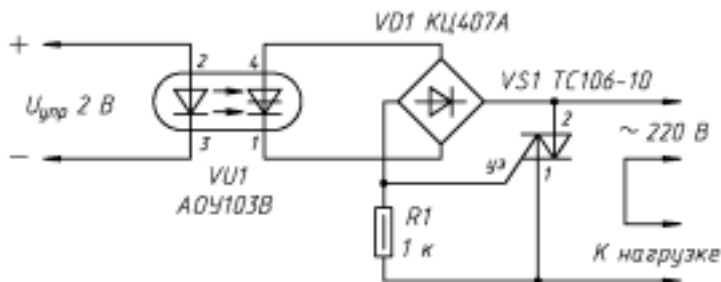


Рис. 14. Электрическая схема «гибридного» управления нагрузкой

и тиристорная оптопара АОУ103В, и оптосимистор ТС106-10. В результате такого схемного решения узел обладает преимуществами обеих схем (если их рассматривать по отдельности, как было сделано выше).

На рис. 15 представлена схема для управления мощной нагрузкой. Управляющим силовым элементом служит симистор ТС171-250, а промежуточным — оптосимистор МОС3009 (МОС3052, МОС3010, МОС3012 и аналогичные по электрическим характеристикам). Отличительная особенность этой конструкции в том, что напряжения нагрузки может составлять 380–400 В, а мощность более 1000 Вт при токе управления до 10 мА и напряжения 2 В. Такой узел без каких-либо дополнений может управлять, например, мощным двигателем.

Оптосимисторы серии МОС — зарубежные приборы — в некоторых случаях они могут быть заменены АОУ103В или оптоэлектронными МОП-реле отечественного производства, например, КР293КП5В, К449КП1ВР, К449КП2ВР, К293КП13П и аналогичные по электрическим характеристикам.

На рис. 16 показан еще один вариант включения — сочетание оптоэлектронной развязки с применением оптопары АОУ103В (старое название 5П50) и симистора КУ208Г.

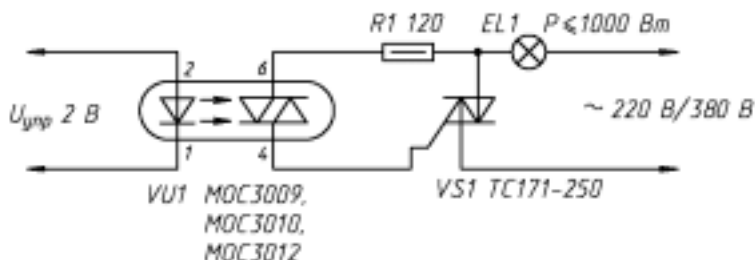


Рис. 15. Электрическая схема узла управления мощной нагрузкой

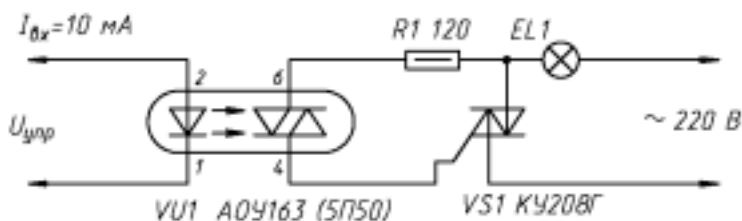


Рис. 16. Электрическая схема
оптоэлектронной развязки

Управление устройствами нагрузки эффективно осуществляется, если их мощность не превышает 600 Вт. Оптопара АОУ103В позволяет самостоятельно коммутировать высоковольтную нагрузку (с напряжением до 350 В), однако ток коммутации не должен превышать 100 мА. Поэтому, для управления мощной нагрузкой, в схему введен симистор КУ208Г.

Аспект безопасности — не лишний. Управление устройствами нагрузки в электрической цепи 220 В не является вполне безопасным для человека, хоть такой подход и применяется сегодня повсюду. Поэтому при конструировании, повторении и ремонте радиоэлектронных устройств, коммутирующих нагрузку в осветительной сети 220 В, обязательно соблюдать меры электробезопасности.

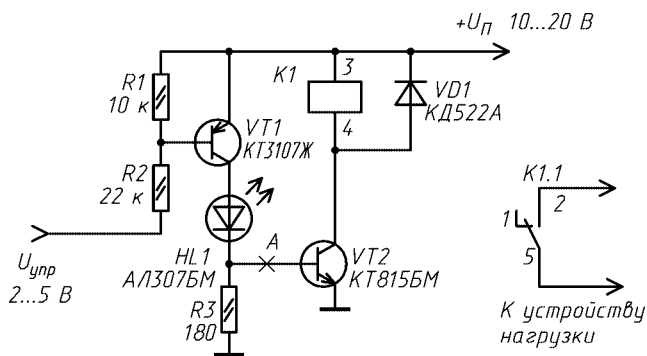
Приложение 3

Согласующие каскады в узлах управления нагрузкой

Оконечные (согласующие) узлы в радиолюбительских устройствах автоматики составляют значимую и важную часть электрической схемы. От подбора элементов, устойчивости к перегрузкам, пожаро- и электробезопасности, в таких узлах зависит общая надежность всего устройства. Уже много лет радиолюбители собирают свои конструкции на микросхемах, но большинство цифровых популярных микросхем не включают в себя узел управления мощной нагрузкой.

Как правило, выходной сигнал цифровой микросхемы технологии КМОП имеет малую нагрузочную способность (5–10 мА), поэтому может использоваться только с согласующим каскадом (усилителем тока).

Исключение составляют микросхемы с мощным выходом, например КР1006ВИ1 — $I_{\text{вых}} = 250 \text{ мА}$, и аналогичные. Один из вариантов схемного решения согласующего каскада показан на рис. 17.



K1 РЭС9 (РС4.524.200)

Рис. 17. Электрическая схема узла усилителя тока
с светодиодным индикатором состояния

На схеме представлен согласующий каскад с применением двух кремниевых транзисторов разной проводимости, причем управляющее напряжение $U_{\text{упр}}$ с действующим значением 2–5 В (при большем напряжении следует увеличить сопротивление резистора $R2$, т.е. рассчитать его по закону Ома так, чтобы ток управления в цепи базы транзистора $VT1$ находился в пределах 15 мА) имеет отрицательный потенциал. То есть для включения согласующего каскада и нагрузки требуется наличие на входе $U_{\text{упр}}$ напряжения низкого уровня.

Усиление току такого каскада достигает нескольких тысяч, что вполне достаточно для включения слаботоочного электромагнитного реле, например, РЭС 9 или аналогичного, а реле в свою очередь будет управлять мощной нагрузкой с большим током потребления (2–6 А).

Для того чтобы управлять согласующим каскадом с помощью инверсного сигнала высокого уровня достаточно подключить между выходом микросхемы и точкой A инвертор, или, поменяв оба транзистора на приборы обратной (оригинальной) проводимости, также изменить полярность включения источника питания.

Характерная особенность представленного узла на схеме (рис. 17) во включении индикатора режима — светодиода $HL1$. Благодаря такому схемному решению удастся сократить количество элементов и «встроить» светодиод в общую «симфонию». Индикатор $HL1$ будет светиться при включении нагрузки, что увеличивает общую функциональность устройства.

Вместо реле можно применить тиристорный узел управления нагрузкой; это имеет свои положительные стороны, особенно в устройствах, подключаемых к переменному напряжению 220 В осветительной сети и, как правило, питающихся от бестрансформаторного однополупериодного источника питания от этой же сети.

На рис. 18 показана доработка согласующего каскада для питания от сети 220 В, с управлением нагрузкой

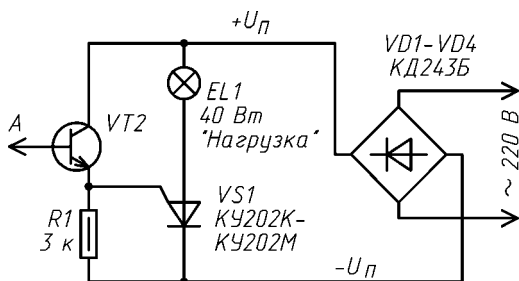


Рис. 18. Тиристорный узел управления нагрузкой в сети 220 В

посредством тиристора *VS1*. В данном варианте «минус» $U_{\text{п}}$ является общим проводом, не требующим заземления. При мощности активной нагрузки до 60 Вт тиристор не требует установки на теплоотвод.

Кроме того, существует проверенный вариант включения безрелейной нагрузки средней и большой мощности, например, нагревательных ТЭНов и резистивных спиралей. Электрическая схема для данного варианта представлена на рис. 19.

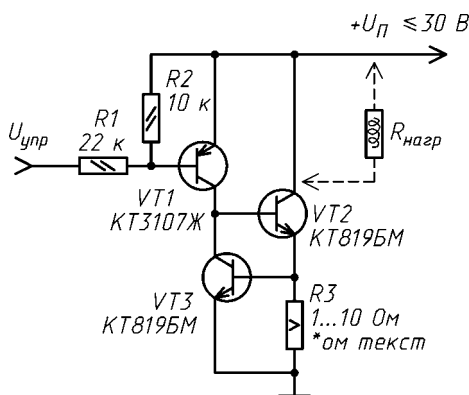


Рис. 19. Схема согласующего каскада для локального нагрева

Особенность данного узла в транзисторном управлении нагрузкой. В качестве непосредственно нагревающего элемента применяется корпус ТО-220 транзистора $VT2$. Для обеспечения безопасного режима его работы ток коллектора $VT2$ ограничивается транзистором $VT3$. Мощность, рассеиваемая транзистором $VT2$, вычисляется по формуле

$$P(\text{Вт}) = I_{\text{н}}(\text{А}) \cdot U_{\text{п}}(\text{В}).$$

Резистор $R3$ регулирует величину тока через транзистор $VT2$. Формула для определения этого тока

$$I_{\text{max}}(\text{А}) = 0,65/R3(\text{Ом}).$$

Большой ток течет по пути наименьшего сопротивления.

В зависимости от требующейся мощности, в качестве локального (местного) нагревателя различают транзисторы в исполнении корпусов КТ-27 (ТО-128) — устойчиво работает, отдавая мощность рассеяния до 25 Вт, его «собрат» в корпусе КТ-28 (ТО-220) полезен при мощности до 60 Вт.

В качестве $VT1$ используют любой транзистор из серии КТ361, КТ3107, КТ814.

В качестве $VT2$ и $VT3$ применяют мощные кремниевые транзисторы «обратной» проводимости с током коллектора $I_{\text{Кmax}} > 5 \text{ А}$. Несмотря на то, что корпус транзистора $VT2$ при работе устройства отдает больше тепла (нарастание теплоотдачи в корпусе резистора более инертно), чем рассеивается на ограничительном резисторе $R3$, данный резистор подбирают с мощностью рассеяния не менее 5 Вт (например, из серии ВЗР). При уменьшении сопротивления $R3$ до единиц и долей ома в цепь коллектора транзистора $VT2$ можно установить мини ТЭН (на соответственное напряжение и мощность) или резистивный нагреватель (спираль); в таком случае узел работает как согласующий каскад, управляющий резистивным нагревателем.

Практическое применение резистивного нагревателя или ТЭНа (показан на рис. 19 пунктиром) оправдано для внешнего подогрева аквариума, управления мощностью нагрева сидений (зеркал) в автомобиле, и в других подобных случаях. Источник питания для данного устройства должен быть соответственной мощности.

Вопросы монтажа. При монтаже транзисторы располагают так, чтобы исключить случайное замыкание их выводов (учитывают, что коллектор транзистора средней и большой мощности, как правило, соединен с его корпусом). Это также учитывают при использовании устройства локального нагрева в жидких и прочих проводящих ток средах.

Нагреватель из транзистора практически незаменим в виде локального нагревателя с небольшим приложенным напряжением. Он конструктивно проще, чем спиральный нагреватель из нихромовой проволоки (и других сплавов, в том числе и резистивные нагреватели), легче устанавливается и просто закрепляется обычным винтом. Для большей площади воздействия при передаче тепла возможна установка транзистора $VT2$ на радиатор.

О заменах элементов. Все постоянные резисторы типа МЛТ, С2-33. Мощность рассеяния каждого резистора указана непосредственно на электрической схеме.

Вместо транзистора $VT1$ допустимо применение КТ3107, КТ361 с любым буквенным индексом. Вместо транзистора $VT2$ применяют КТ815, КТ940, КТ630 с любым буквенным индексом и аналогичные.

Диод $VD1$ в схеме на рис. 17 служит для нейтрализации бросков обратного напряжения в момент включения/отключения реле и защищает транзистор в импульсном режиме работы. Диодный выпрямительный мост $VD1-V D4$ на рис. 18 подбирают в соответствии с характером нагрузки и потребляемым током.

ГЛОССАРИЙ

Постоянное использование разными авторами в комментариях и описаниях электронных схем (промышленных конструкций) специальных терминов предполагает, что эти термины и специальные определения должны быть понятны читателям. Однако в силу разных причин, это происходит не всегда.

Действительно, трудно требовать от читателя, чтобы он знал все термины и определения, особенно, если этот читатель — радиолюбитель. Как правило, знание терминов и правильные их объяснения приходит и откладывается в памяти с опытом работы. Предполагая, что читать эту книгу (в которой изобилуют специальные аббревиатуры и термины) будет не только специалист, но и неискушенный еще в радиоделе радиолюбитель, автор приводит ниже полный глоссарий специальных терминов, которые помогут читателю в работе, в том числе при изучении этой книги).

Глоссарий в моей книге состоит из двух частей: глоссарий специальных терминов (общий) и глоссарий для любителей радиосвязи.

Приведенные глоссарии помогут и в других случаях, в практике ремонта бытовой радио- и электронной аппаратуры, при установке и осуществлении дальней (международной) радиосвязи, при изучении новых актуальных течений в электронике, в телевидении, в сотовой связи. А также во многих других случаях. Пользуйтесь и процветайте.

Специальные термины

РАДИО (от латинского radiare — излучать)

ABC Automatic Beam Control — автоматическое управление лучом лазера.

ABC Absolute Binary Code — абсолютный двоичный код.

ABC Automatic background control — автоматическая регулировка яркости.

- ABC Automatic bandwidth control — автоматическая регулировка ширины полосы пропускания.
- AC Alternating Current — переменный ток.
- ACC Automatic Color Control — автоматический контроль цвета.
- Acquisition Time — время, необходимое АЦП для зарядки конденсатора до уровня входного сигнала.
- ACT Automatic Color Tracking — автоматическое слежение за цветом.
- ADC Analog/Digital Converter — аналого-цифровой преобразователь (АЦП).
- ADC Automatic Degaussing Circuit — система автоматического размагничивания.
- ADRES Automatic Dynamic Range Expansion System — автоматическое устройство расширения динамического диапазона.
- AFBS Acoustic FeedBack System — акустическая обратная связь.
- AFC Automatic Frequency Control — автоматическое управление частотой.
- AFD Acoustic Flat Diaphragm — громкоговоритель с плоским диффузором.
- AFT Automatic Fine Tuning — точная автоматическая настройка.
- AGC Automatic Gain Control — автоматическая регулировка усиления (APY).
- ALC Automatic Level Control — автоматическая регулировка уровня.
- ALU Arithmetic Logic Unit — арифметико-логическое устройство.
- AM Amplitude Modulation — амплитудная модуляция.
- AND — логический элемент «И».
- ANSI American National Standart Institute — Американский национальный институт стандартов.
- ASA American Standarts Association — Американское общество стандартов.
- ASCII American Sdandart Code for Information Interchange — Американский стандартный код для обмена информацией.
- ASD Application Specific Discretes — специализированные дискретные компоненты.
- ATR Answer To Reset — отклик на сигнал сброса.

- AWB Automatic White Balance** — автоматический баланс белого.
- Bank** — способ адресации памяти. Так как в среднем устройства имеют 7 бит для прямой адресации памяти, то можно работать с 128 байтами памяти (включая специальные регистры). Для использования большего количества памяти, весь объем памяти делится на непрерывные банки, каждый по 128 байт. Для выбора определенного банка, необходимо установить биты регистров RP0:RP1. Если для установки банка существуют 2 бита, тогда в соответствии с этим реально использовать 4 банка.
- Baud** — Бод. Описывается скорость, с которой работают по последовательному порту. Эквивалентно: бит в секунду (bps).
- BCD Binary coded decimal** — двоично-кодированная десятичная форма. Каждые 4 бита полбайта кодируются одним десятичным числом от 0 до 9. Обычно два десятичных числа представляют собой 1 байт и записываются числом от 0 до 99.
- BLC BackLight Compensation** — компенсация переотраженного света
- BNC Baby N-Connector** — разъем типа «бэби N».
- BOR Brown-out Reset** — схема, которая переводит устройство в состояние сброса, если питание устройства понижается до определенного значения. В некоторых устройствах данная схема внедрена, а для других устройств необходима внешняя схема.
- Brown-out** — условие, при котором питание устройства временно понижается ниже определенного минимума рабочего значения. Данное условие может возникнуть при включении/переключении нагрузки, что вызывает падение напряжения.
- Bus width** — количество бит информации, передаваемых по шине данных одновременно. Для данных памяти — ширина шины 8 бит. Для устройств среднего класса — ширина шины данных 14 бит.
- CAI Color Accutance Improvement** — схема улучшения цветопередачи.
- Capture** — функция ССР модуля, в котором при совершении определенного события значение таймера/счетчика «захватывается» в регистр.

- Capture Register — 16-битный регистр в который загружается значение 16-битного регистра TMR1 при захвате.
- CCD Charge Coupled Device — прибор с зарядовой связью (ПЗС).
- CCIR International Radio Consultative Committee — Международный консультативный комитет по радиовещанию (МККР).
- CCP Capture, Compare, Pulse Width Modulation (PWM) — модуль захвата сигнала, сравнения, и широтно-импульсной модуляции. Данный модуль может быть сконфигурирован для работы в режиме входного сравнения, или таймера сравнения, или ШИМ с выходом.
- CD Capacitor Diode — варикап.
- CD Compact Disk — компакт-диск.
- CDT Color Display Tube — трубка цветного дисплея
- CERDIP Ceramic dual in-line package — плоский керамический корпус с двухрядным расположением выводов.
- CMOS Complementary Metal-Oxide-System — комплементарная металл-окисел-полупроводник (КМОП) структура.
- Common RAM — область ОЗУ, имеющая одно и тоже расположение во всех банках памяти. «Общее ОЗУ» может находиться между адресами 70h—7Fh (включительно). Данная общая область полезна для сохранения необходимых переменных при переключении контекста (например, обработки прерывания).
- Compare — функция CCP модуля, смысл которой в том, что устройство совершает определенное действие при совпадении значений регистра таймера со значением в регистре сравнения (compare register).
- Compare Register — 16-битный регистр, который содержит значение сравнимое со значением 16-битного регистра TMR1.
- Configuration Word — устанавливаемая конфигурация, с которой работает устройство (например, режим генератора, режим WDT, таймера при запуске). Эти характеристики могут быть заданы при программировании устройства. Например, для микросхем EPROM, если ранее был установлен бит в значение «1», то его позднее можно перепрограммировать в значение «0». Устройство необходимо стереть (перевести в «0») для перепрограммирования его в «1».

- Conversion Time — время, необходимое АЦП для преобразования значения напряжения на конденсаторе в цифровое значение.
- CPU Central Processing Unit — центральный процессор.
- CRC Cycling Redundancy Check — циклически избыточный код.
- CRT Cathode Ray Tube — электронно-лучевая трубка.
- CSP Chip Scale Package — корпус с размерами кристалла.
- CTI Color Transient Improvement — регулировка насыщенности цвета.
- DAC Digital-Analog Converter — цифроаналоговый преобразователь (ЦАП).
- DAQ Data Acquisition — сбор данных.
- Data Bus — шина, используемая для передачи данных в/из памяти.
- Data EEPROM — память, которую имеет возможность программировать и репрограммировать ЦП для предотвращения потери критичных значений переменных, которые в последствии могут быть восстановлены из энергонезависимой памяти.
- Data Memory — память, находящаяся на шине данных. Это энергозависимая память, которая содержит оба регистра (регистра специального назначения и регистра общего назначения).
- DC Direct Current — постоянный ток.
- DC Duo Cone — диффузорная широкополосная головка громкоговорителя.
- DCP Digital Contour Processing — цифровая обработка контуров.
- DF Damping Factor — коэффициент затухания.
- DIAC Diode Alternating Current Switch — диодный переключатель переменного тока (динистор).
- DIMM Dial In-line Memory Module — модуль памяти с двухрядным расположением выводов.
- DIP Dual In Package — корпус микросхемы с двухрядным расположением выводов.
- Direct Addressing — прямая адресация. В этом случае адрес памяти находится в команде/инструкции. Выполнение такого типа инструкции приводит к доступу к данным по вложенным адресу.

- DMA Direct Memory Access — прямой доступ к памяти (ПДП).
- DNR Dynamic Noise Reduction — динамическое шумоподавление.
- DP Dynamic Power — динамическая мощность.
- dpi dot per inch — точек на дюйм.
- DPO Dynamic Power Output — динамическая выходная мощность.
- DRA Dynamic Resonance Absorber — демпфер резонансных колебаний.
- DRIE Deep Reactive Ion Etching — глубокое реактивное ионное травление.
- DSL Dynamic Super Loudness — расширитель динамического диапазона.
- DTL Diode Transistor Logic — диодно-транзисторная логика (ДТЛ).
- DTTV Digital Terrestrial TV — всемирное цифровое телевидение.
- EAROM Electrically Alterable Read Only Memory — электрически перепрограммируемое постоянное запоминающее устройство.
- EBU European Broadcasting Union — Европейский союз радиовещания.
- ECL Emitter Coupled Logic — эмиттерно связанная логика (ЭСЛ).
- EEPROM Electrically Erasable Programmable Read Only Memory — электрически стираемое ПЗУ. Устройства данного типа памяти можно программировать/стирать, не извлекая его из схемы.
- EIAJ Electronic Industries Association of Japan — Японская ассоциация отраслей электронной промышленности.
- ELSI Extra Large Scale Integration — сверхвысокая степень интеграции.
- EMI Electromagnetic Interference — электромагнитная помеха.
- EMIF External Memory Interface — интерфейс внешней памяти.
- ENG Equivalent Noise Generator — эквивалентный генератор шума.
- EPROM Electrically Programmable Read Only Memory — электрически программируемая постоянная память. Устройства данного типа памяти можно программировать прямо в схе-

- ме. Стирание памяти производится облучением ультрафиолетовыми лучами.
- ESD Electrostatic Discharge — электростатический разряд.
- ETANN Electronically Trainable Artificial Network — обучаемая искусственная нейросеть.
- ETC Electronic Timp Control — псевдосенсорное электронное управление.
- EVF Electronic ViewFinder — электронный видоискатель.
- EXTRC External Resistor-Capacitor (RC) — внешняя цепь из резистора и конденсатора. Некоторые устройства имеют тип генератора с подключением к нему внешней RC-цепи (что эквивалентно режиму RC в некоторых устройствах).
- FAMOS Floating Gate Avalanche Injection MOS — МОП транзистор с «плавающим» затвором и лавинной инжекцией заряда.
- FAPS Flexible Automated Production System — гибко автоматизированная система производства (ГАП).
- FCC Federal Communications Commission — федеральная комиссия связи.
- FET Field Effect Transistor — полевой транзистор.
- FF Flip-Flops — триггер.
- FG Frequency Generator — генератор частоты.
- FIR Finite Input Response — конечный входной отклик.
- Flash memory — электронная память. Ее можно программировать и стирать прямо в схеме. Технология данной памяти по функциональности почти эквивалентна EEPROM.
- Flotox Floating Gate Tunnel-Oxide — «плавающий» затвор с туннелированием в окисле.
- FM Frequency Modulation — частотная модуляция
- Fosc — частота тактового генератора.
- FPM Fast Page Mode — быстрый постраничный режим.
- FSO Full-Span Output — выход полного диапазона.
- GIO General Input/Output — общие входы/выходы.
- GMSK Gaussian Minimum Shift Keying — гауссовская манипуляция с минимальным частотным сдвигом.
- GPIO General Purpose Input/Output — входы/выходы общего назначения.
- GPR General Purpose Register — регистр общего назначения. Часть памяти данных предназначена для сохранения в ней динамических значений переменных.

- GPS Global Positioning System — глобальная система позиционирования.
- Harvard Architecture — Гарвардская архитектура. В этой архитектуре шины данных и программ разделены, что позволяет параллельно иметь доступ и к памяти и к программе, что, в свою очередь, повышает производительность.
- HDTV High Definition Television — телевидение повышенной четкости.
- HF High Frequency — высокая частота (ВЧ).
- Holding Capacitor — дословно «хранящий» конденсатор. Это конденсатор, который сохраняет аналоговый сигнал поступивший в АЦП до его перевода в цифру.
- HQ High Quality — высокое качество.
- HS High Speed — высокая скорость. Один из режимов тактового генератора, в котором генератор настраивается на работу на высокой частоте. Используется для работы от 4 МГц до 20 МГц.
- HTL High Threshold Logic — логическая схема с высоким пороговым напряжением.
- I2/L Integrated Injection Logic — интегральная инжекционная логика (И2/Л).
- IA Integrated Adapter — встроенный блок сетевого питания.
- IAC Interference Absorption Circuit — электронная схема поглощения интерференционной помехи.
- IC Integrated Circuit — интегральная микросхема.
- ICC Integrated Circuit Card — смарт-карта.
- IEEE Institute of Electrical and Electronics Engineers — Институт инженеров по электротехнике и электронике.
- IF Intermediate Frequency — промежуточная частота (ПЧ).
- IIC Inter-Integrated Circuit — взаимно-интегрированная схема (цепь). Это двухпроводный интерфейс взаимодействия. Один из его режимов — SSP.
- IIL Integrated Injection Logic — интегральные инжекционные логические схемы.
- IIR Infinite Impulse Response — бесконечная импульсная характеристика.
- Indirect Addressing — косвенная адресация. В этом случае адрес памяти не содержится в инструкции. Инструкция оперирует INDF адресом, что представляет собой отображение адреса памяти в регистре FSR. При выполнении

команды данные берутся из памяти, адрес которой указывается регистром FSR.

Instruction Bus — шина инструкций/команд. Эта шина используется для передачи командных слов процессору.

Instruction cycle — командный цикл. События, которые происходят при процессинге команды. Вот четыре основных этапа: 1) декодирование; 2) чтение; 3) выполнение; 4) запись. Не все этапы проходят все команды. Для того чтобы узнать об этапах той или иной команды, смотрите описание этой команды. Один командный цикл T_{CY} выполняется за четыре T_{OSC} внешних такта.

Instruction Fetch — выборка команды (когда одна команда уже выполняется, ЦП выбирает следующую заранее, чтобы сразу ее декодировать после окончания выполнения предыдущей).

Interrupt — прерывание — сигнал процессору, который направляет выполнение программы по вектору прерывания (04h в памяти программы). Перед изменением потока выполнения команды состояние счетчика программы (Program Counter) заносится в аппаратный стек, и после обработки прерывания выполнение программы возобновится с того же места.

INTRC Internal Resistor-Capacitor (RC) — внутренняя цепь резистор—конденсатор. Некоторые устройства имеют режим генератора запуск которого осуществляется от внутренней RC цепи.

IP Intellectual Property — интеллектуальная собственность.

IP Internet Protocol — протокол сети Интернет.

IPM Intelligent Power Module — «интеллектуальный» силовой модуль (ИСМ).

IR Infra-Red — инфракрасный.

IR Internal Resistance — внутреннее сопротивление.

ISA Industry Standart Architecture — стандартная промышленная архитектура.

ISDN Integrated Services Digital Network — интегральная цифровая сеть связи с комплексными услугами.

ISO International Organization for Standartisation — Международная организация по стандартизации.

ITL Input TransformLess — бестрансформаторный вход.

- JIS Japanese Industrial Standart — японский промышленный стандарт.
- LAN Local Area Network — локальная сеть.
- LCD Liquid Crustal Display — жидкокристаллический индикатор (ЖКИ).
- LDO Low DropOut — малое падение напряжения.
- LED Light Emitting Diode — светодиод.
- LISA Lateral Integrated Silicon Accelerometer — боковой интегральный кремниевый акселерометр.
- LP — один из режимов генератора импульсов. Используется для низкочастотных операций в режиме пониженного энергопотребления. Тактовая частота — до 200 КГц.
- LPC Line protection Component — компонент защиты линии.
- LSb Least Significant Bit — наименее значащий бит.
- LSB Least Significant Byte — наименее значащий байт.
- LSI Large Scale Integration — высокая степень интеграции.
- MAC Media Access Controller — контроллер доступа к среде.
- MAC Multiplier-Accumulator — умножитель-аккумулятор.
- MAC Multiply And Accumulate — умножение с накоплением.
- Machine cycle — дословно «машинный цикл». Этот термин обозначает частоту устройства разделенную на число. Для PICmicro это число равно 4 (4 такта генератора, 4 Tosc), также известным как Tcy.
- MCC Micro-Computer Controlled — микропроцессорная система управления.
- MDT Magnitostriptive Displacement Transducer — магнитострикционный преобразователь смещения.
- MF Medium Frequency — средняя частота.
- MLC Multilayer Capacitor — многослойный конденсатор.
- MMI Man-Machine Interface — интерфейс взаимодействия человека с аппаратурой.
- MMIC Monolithic Microwave IC — монолитная СВЧ интегральная схема (ИС).
- MML Maximum Modulation Level — максимальный уровень модуляции.
- MOL Maximum Output Level — максимальный уровень выходного сигнала.
- MOS Metal Oxide Semiconductor — структура металл-окисел-полупроводник (МОП).

MOSFET Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor — полевой транзистор с МОП (металл-оксид-полупроводник) структурой затвора.

MOV Metal Oxide Varistor — варистор на основе окиси металла.

MPO Maximum Power Output — максимальная выходная мощность.

MPU Microprocessor Unit — микропроцессор.

MRI Magnetic Renonance Imaging — отображение магнитного резонанса.

MSb Most Significant bit — наиболее значащий бит.

MSB Most Significant Byte — наиболее значащий байт.

MSG Memory Safe Guard — защита содержимого памяти.

MSI Memory Scale Integration — средняя степень интеграции.

NA Numbered Aperture — числовая апертура.

NAND — логический элемент «И-НЕ».

NFB Negative FeedBack — отрицательная обратная связь (ООС).

NMOS N channel Metal Oxide Semiconductor — металл-окисел-полупроводник (МОП) структура с N-каналом.

NOR — логический элемент «ИЛИ-НЕ».

NOT — логический элемент «НЕ».

NPC Noise Protection Circuit — схема защиты от шума.

NRZ Non-Return to Zero — дословно «без возврата к нулю».

Двухуровневое кодирование, используемое для передачи данных. Бит «1» — высокое напряжение. Бит «0» — низкое напряжение. По умолчанию уровень — высокий.

NTSC National Television Standart Code — Национальный телевизионный стандартный код.

OB Optical Black — оптический уровень черного.

OCL Output CapacitorLess — безъемкостный выход.

OFDM Orthogonal Frequency Division Multiplexing — ортогональное мультиплексирование деления частоты.

OPC Optical Picture Control — оптимальная регулировка изображения.

Opcode — часть 14-битного слова команды, которая указывает — какое действие должно совершиться. Длина этой части кода зависит от типа команды. Но составляет от 4-х бит до x бит. Остальная часть слова состоит из адреса данных или памяти.

OR — логический элемент «ИЛИ».

- OST Oscillator Start-up Timer — таймер, отсчитывающий 1024 тактов перед тем, как отпустить внутренний сигнал сброса.
- OTL Output TransformLess — бестрансформаторный выход.
- Pages — страницы. Метод адресации памяти программы. Устройства midrange имеют 11-битную адресацию на команды CALL и GOTO, что доводит длину этих команд до 2К слов каждая. Для того чтобы использовать память больших объемов, память программы подразделяется на непрерывные страницы по 2К слов каждая. Для обращения к той или иной странице необходимо установить биты PCLATCH<5:4>. Если для манипуляции есть 2 бита, то в соответствии с этим мы можем адресовать 4 страницы.
- PAL Phase Alternation Line — построение изменения фазы.
- PC Program Counter — регистр, в котором находится адрес памяти программы, по которому находится следующая команда.
- PCB Printed Circuit Board — печатная плата.
- PCI Peripheral Component Interconnect — локальная шина соединения периферийных устройств.
- PCM Pulse Code Modulation — импульсно-кодовая модуляция (ИКМ).
- PCS Personal Communications Services — персональные услуги связи.
- PDA Personal Digital Assistant — персональное информационное устройство.
- PDIP Plastic DIP — пластиковый DIP.
- PEM Processor Expansion Module — модуль расширения процессора.
- PGA Programmable-Gain Amplifier — усилитель с программируемым усилением.
- PIC Peripheral Interface Controller — контроллер управления внешними устройствами.
- PLCC Plastic Leaded Chip Carrier — пластмассовый кристаллоноситель.
- PLL Phase Locked Loop — система фазовой автоподстройки частоты (ФАПЧ).
- PMOS P channel metal oxide semiconductor — металл-оксид-полупроводник (МОП) структура с P каналом.
- POP — термин, означающий: чтение слова из стека (программного или аппаратного).

- POR** Power-on Reset — схема, которая определяет, увеличилось ли напряжение питания с 0 В, и если да — вырабатывает сигнал сброса и запускает PWR таймер (PWRT).
- Postscaler** — схема, которая замедляет количество вырабатываемых прерываний (или сброса WDT) от счетчика/таймера путем повышения коэффициента деления.
- Ppm** part per million — промилль (миллионная часть).
- PPS** Polyphenylene Sulfide — сульфид полифенилена.
- Prescaler** — предделитель.
- Program bus** — шина для передачи команд из памяти программы в ЦП.
- Program Memory** — память программы. Любая память, которая находится на программной шине. Статические переменные могут находиться в памяти программы (такие как таблицы).
- Psi** pound on square inch — фунт на квадратный дюйм.
- PSP** Parallel Slave Port — параллельный slave порт. Параллельный порт, используемый для взаимодействия с микропроцессорной шиной данных.
- PSTN** Public Switched Telephone Network — коммутируемая телефонная линия.
- PTC** Positive Temperature Coefficient — положительный температурный коэффициент.
- PTS** Protocol Type Selection — правила выбора протокола.
- PUSH** — запись слова в стек.
- PWD** Pulse Width Distortion — искажение ширины импульса.
- PWM** Pulse Width Modulation — широтно-импульсная модуляция (ШИМ).
- PWM** Pulse Width Modulation — широтно-импульсная модуляция. Последовательный сигнал, информативным в котором является ширина импульса при постоянной частоте следования.
- PWRT** Power-up Timer — таймер, удерживающий внутренний сигнал сброса для того, чтобы питание увеличилось до необходимого рабочего уровня. После чего запускается OST.
- Q-cycles** — аналогично циклу тактового генератора устройства. 4 Q-цикла на 1 команду.
- RC** Remote Control — дистанционное управление.
- RC Resistor** — Capacitor — резистор — конденсатор. Конфигурация по умолчанию для внутреннего тактового генератора.

- Вариант самого «дешевого» тактового генератора. Данный вариант тактового генератора — не стабилен. Возможна работа при 4 МГц. Также смотрите EXTRC.
- Read-Modify-Write — чтение-изменение-запись. Данная последовательность означает последовательные этапы чтения регистра, затем изменение данных и последующую запись в него. Данная последовательность выполняется за один или несколько командных циклов.
- Register File — память данных. Содержит SFR и GPR регистры.
- RF Radio Frequency — радиочастота.
- RFI Radio Frequency Interference — радиопомеха.
- RISC Reduced Instruction Set Computer — компьютер с сокращенным набором команд.
- RIT Receiver Incremental Tunning — малая расстройка радиоприемника.
- RMS Root Mean Square — среднеквадратичное действующее значение.
- ROM Read Only Memory — постоянное запоминающее устройство (ПЗУ).
- RPM Revolutions Per Minute — оборотов в минуту.
- RPS Revolutions Per Second — оборотов в секунду.
- RTL Resistor-Transistor Logic — резисторно-транзисторная логика.
- SA Separate Amplifiers — отдельные усилители.
- Sampling Time — полное время, необходимое для АЦ преобразования. Включает время захвата и преобразования.
- SAW Surface Acoustic Wave — поверхностная акустическая волна (ПАВ).
- SBC Single Board Computer — одноплатный компьютер.
- SCR Asymmetrical Thyristor — асимметричный тиристор.
- SCSI Small Computer System Interface — интерфейс малых компьютерных систем.
- SDH Synchronous Digital Hierarchy — синхронная цифровая иерархия.
- SDN Services Digital Network — цифровая сеть связи с комплексными услугами.
- SDS Signal Distribution System — система распределения сигнала.

- SEC Secondary Electron Conduction — вторичная электронная эмиссия.
- SFR Special Function Register — регистр специального назначения. В регистре находятся биты управления и конфигурации устройства.
- Sleep — режим низкого энергопотребления, при котором отключается тактовый генератор. Некоторые устройства и в этом режиме могут функционировать.
- SLIC Subscriber Line Interface Circuit — интерфейс абонентской телефонной линии.
- SLTS Servo Lock Tuning System — сервопетля подстройки.
- SMPTE Society of Motion Picture and Television Engineers — общество кино- и телеинженеров США.
- SPD Serial Presence Detect — обнаружение присутствия последовательности.
- SPDT Single-Pole Double-Throw — однополюсная группа переключающих контактов.
- SPI Serial Peripheral Interface Protocol — протокол последовательного периферийного интерфейса.
- SPI Serial Peripheral Interface — один из режимов SSP модуля. Обычно 3-проводный интерфейс, выход, вход и тактовая частота (синхронный обмен).
- SPL Sound Pressure Level — уровень звукового давления.
- SSI Small Scale Integration — малый уровень интеграции.
- SSR Solid-State Relay — полупроводниковое (твердотельное) реле.
- SWR Standing Wave Level — коэффициент стоячей волны (КСВ).
- Tad — время, необходимое для АЦ преобразования одного «бита» сигнала.
- Tcy — время выполнения команды. $T_{cy} = F_{osc}/4$.
- TFT Thin Film Transistor — тонкопленочный транзистор.
- THD Total Harmonic Distortion — суммарное значение коэффициента нелинейных искажений.
- TP Telephone Pickup — телефонное гнездо.
- TSOP Thin Small Outline Package — тонкий корпус с уменьшенным расстоянием между выводами.
- TTL Transistor-Transistor Logic — транзисторно-транзисторная логика (ТТЛ).

- TVS Transient Voltage Supression — подавление выбросов напряжения.
- UART Universal Asynchronous Receiver/Transmitter — универсальный асинхронный интерфейс.
- UHF Ultra High Frequency — сверхвысокая частота (СВЧ).
- UJT UniJunction Transistor — однопереходной транзистор.
- ULM Ultra Low Mass — сверхлегкий.
- UNI User Network Interface — интерфейс сети пользователя.
- USART Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter — универсальный синхронно-асинхронный приемопередатчик. Этот модуль может работать как дуплексный асинхронный порт или как полудуплексный синхронный порт. В асинхронном режиме может быть подключен к последовательному порту компьютера.
- VCP Video Communication Processor — процессор видеоконференции.
- VCR Video Cassette Recorder — кассетный видеомagnetофон.
- VF ViewFinder — видеоискатель.
- VFD Vacuum Fluorescent Display — вакуумный люминесцентный дисплей.
- VHDCI Very High Density Cable Interface — кабельный интерфейс.
- Vref Voltage Reference — эталонное напряжение для АЦП или напряжение сравнения для компаратора.
- W Work Register — рабочий регистр.
- WDT Watchdog Timer — сторожевой таймер. Служит для повышения ошибкоустойчивости устройств, путем восстановления из программы непредвиденных потоков или других системных проявлений. При тайм-ауте сторожевого устройства происходит сброс устройства. Тактируется от отдельного встроенного RC генератора, поэтому он продолжает функционировать и при остановке тактового генератора микроконтроллера, как это происходит при переходе в Sleep режим.
- XT — один из режимов тактового генератора. Используется для генерации от 100 кГц до 4 МГц.

Для любителей радиосвязи

- APRS (Automatic Position Reporting System) — это специальный вариант пакетной радиосвязи, протокол которого был за-

регистрирован в 1992 г. Бобом WB4APR. Сейчас им пользуются более 7000 радиолюбителей в мире. С помощью этого протокола информацию о местонахождении объекта или о любых его измеряемых физических параметрах можно при помощи технических устройств передать на большие расстояния. При помощи специального программного обеспечения информацию можно визуализировать и обрабатывать.

Симплекс — термин означает, что для связи задействована только одна частота, и в каждый момент времени может происходить либо только прием, либо только передача.

Дуплекс — при дуплексе используются две разных частоты, поэтому передавать и принимать можно одновременно, как в обычном телефоне.

Полудуплекс — предусматривает использование для приема и передачи двух разных частот, но прием и передача происходят не одновременно, а как в симплексе поочередно.

Шумоподаватель (SQL) — устройство, устанавливающее порог входного сигнала ниже уровня которого, динамик радиостанции будет отключен. Порог срабатывания шумоподавателя может быть регулируемым вручную, что позволяет подстроить его под уровень полезного сигнала. Чрезмерное повышение порога может привести к уменьшению дальности связи. Для прослушивания слабых сигналов или сигналов на уровне шумов шумоподаватель принудительно открывают предназначенной для этого кнопкой или регулятором.

CTCSS — система шумоподавления с тональным пилот тоном. Устройство, реагирующее не только на превышение порога срабатывания полезным сигналом, но и на наличие в сигнале специальной тоновой посылки, так называемого CTCSS тона.

DCS — цифровой кодовый шумоподаватель. Работает также как и CTCSS шумоподаватель, но требует наличия в сигнале специальной цифровой последовательности (кода). DCS метод более помехоустойчив и имеет большее количество кодовых комбинаций, чем CTCSS.

DTMF система — многочастотная система с двухтональным набором. Применяется для осуществления избирательных

вызовов по типу CTCSS или DCS, управлением доступом и выходу в телефонную сеть в транковых сетях.

ARTS (иногда **ATS**) — автоматическая система запроса и ответа в пределах зоны связи. При активизации системы **ARTS** радиостанция начинает периодически передавать кодированный **DSC** или **CTCSS** сигнал и ждет ответа от радиостанции корреспондента. Если ответа нет, оператору подается предупредительный звуковой сигнал о выходе за пределы зоны связи.

VOX — включение передатчика голосом. Задействовав систему **VOX**, можно не нажимать на кнопку передатчика. Он будет включаться каждый раз, как только вы начнете говорить в микрофон. **VOX** полезен в тех случаях, когда нужно высвободить руки.

АРО — автоматическое отключения питания. Помогает продлить срок службы батарей, автоматически выключая радиостанцию по истечении установленного времени, в течение которого не было ни одного нажатия на какую-либо кнопку.

AM (amplitude modulation) модуляция — изменение амплитуды (модуляция) высокочастотных колебаний (несущей) передатчика с частотой звуковых колебаний информативного сигнала (речь, музыка). Так как изменение амплитуды несущей происходит симметрично относительно нулевого значения, то в излучаемом сигнале с **AM** модуляцией присутствуют как бы два полезных сигнала на так называемых нижней и верхней боковых полосах. В приемнике с **AM** детектором детектируется (выделяется) только одна из них.

SSB (**USB/LSB**) модуляция — способ модуляции, при которой в эфир излучается только одна из симметричных полос **AM** модулированного сигнала либо верхняя **USB** (upper sideband), либо нижняя **LSB** (lower sideband). Не используемая боковая полоса и немодулированная часть несущей частоты подавляется и не доходит до передатчика. Это приводит как к сужению полосы излучаемого сигнала, так и к увеличению его мощности. Таким образом, переведя радиостанцию с **AM** модуляции на **SSB**, можно существенно увеличить дальность связи без увеличения мощности передатчика.

FM (frequency modulation) модуляция — то же, что и частотная ЧМ модуляция. При этом виде модуляции частота несущей передатчика меняется в соответствии и информативным сигналом. По сравнению с АМ и SSB FM (ЧМ) сигнал в значительно меньшей степени подвержен помехам. Связано это с тем, что помехи, как правило, меняют именно амплитуду сигнала, а FM (ЧМ) детектор не чувствителен к амплитудным изменениям и не детектирует их.

WFM (wide FM) модуляция — вид частотной модуляции, используемой для радиовещания и звукового сопровождения телевидения. Сигнал занимает широкую полосу (до 100 КГц) и требует большой мощности передатчика.

HF (high frequency) диапазон — частоты от 3 до 30 МГц. Основные виды модуляции в этом диапазоне АМ и SSB.

VHF (very high frequency) диапазон — частоты от 30 до 300 МГц. В описаниях радиостанций может обозначать участок от 136 до 174 МГц.

UHF (ultra high frequency) диапазон — частоты от 300 МГц до 3 ГГц. Применительно к радиостанциям означает использование частот от 400 до 512 МГц.

SB диапазон — участок HF диапазона в пределах 25,165 до 30,105 МГц. Используются АМ, FM, SSB виды модуляции.

Сигнал окончания передачи (Roger) — при работе в симплексном режиме, операторы, заканчивая передачу сообщения, произносят фразу: «перехожу на прием» или «прием», тем самым давая понять корреспонденту, что они сейчас переключат радиостанцию на прием. Во многих современных радиостанциях существует функция автоматической подачи короткого звукового сигнала об окончании процесса передачи и выключении передатчика, так называемый (Roger) сигнал. Он может быть как однотоновым, так и комбинацией из двух-трех тонов.

Сканирование частоты — последовательный перебор частот, генерируемых гетеродинами (генераторами) или синтезатором частоты в радиостанции или приемнике. Шаг сканирования (минимальное изменение частоты) и скорость перебора этих частот определяется конструкцией аппарата. При наличии сигнала на какой либо частоте сканирование приостанавливается и оператору дается время для того, чтобы оценить полезность информации в сигнале.

Далее сканирование может быть остановлено вручную или продолжено.

Канал — участок частотного спектра с присвоенной фиксированной центральной частотой. Например, канал С19 в СБ диапазоне имеет центральную частоту 27,185 МГц и ширину частотного спектра 10 КГц. Информация о значении центральных частотах каналов сохраняется в специальных ячейках памяти управляющей микросхемы синтезатора частоты. Если конструкция радиостанции предусматривает перепрограммирование ячеек, то владелец может сам изменить частотное присвоение каналов, естественно в пределах разрешенного диапазона. Таких ячеек (каналов) в связных устройствах может быть от 4 до 1000 и более.

Сканирование каналов — последовательный или программируемый перебор значений частот в ячейках памяти синтезатора. В многодиапазонных связных устройствах программированный перебор каналов позволяет перейти от ячейки с частотой диапазона, например UHF, сразу к ячейке с частотой VHF или любого другого, используемого в этой конструкции.

Энкодер (валкодер) — регулятор громкости радиостанции, ручка настройки

Репитер (повторитель, «попугай» — от англ. repeat — повторять) — удобен в больших городах для усиления дальности маломощных (в том числе мобильных) радиостанций.

Ретранслятор — усилитель слабых и поступающих по проводам сигналов на большую территорию.

Способы использования радиочастот

CDMA (Code Division Multiple Access) — множественный метод доступа к сети с кодовым разделением каналов. Применяется в цифровых сотовых (IS-95, PDS) и спутниковых (Inmarsat, Global Star) системах мобильной связи.

FDMA (Frequency Division Multiple Access) — множественный метод доступа к сети с частотным разделением каналов. Используется в аналоговых системах мобильной связи, таких, как NMT, TACS, AMPS и др.

TDMA (Time Division Multiple Access) — множественный метод доступа к сети с временным разделением каналов.

Применяется в цифровых системах мобильной связи, таких, как GSM, IS-136, PDS и др.

Международные институты и организации

3GPP (Third Generation Partnership Project) — объединение компаний и организаций, занимающихся разработкой мобильных сетей третьего поколения.

ANSI (American National Standards Institute) — Американский национальный институт стандартов.

ETSI (European Telecommunications Standards Institute) — Европейский институт по стандартам в области телекоммуникаций.

IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) — Институт инженеров по электротехнике и электронике, международная организация, объединяющая более 350 тыс. инженеров и ученых.

ITU (International Telecommunication Union) — Международный союз по электросвязи.

ISO (International Organization for Standardization) — Международная организация по стандартизации.

PTT (Post, Telephone and Telegraph) — дословно «почта, телефон и телеграф». Аббревиатура, служащая приставкой в названиях различных зарубежных компаний и учреждений, занимающихся вопросами телекоммуникаций.

Стандарты и поколения мобильных сетей

1G — первое поколение мобильных аналоговых сотовых систем (AMPS, NMT и др.).

2G — второе поколение цифровых мобильных сетей (GSM, D-AMPS и др.).

2,5G — усовершенствованное поколение современных мобильных сетей, в которых поддерживается протокол Mobile IP, доступны скорости передачи данных от 64 Kbps до 384 Kbps и возможен так называемый прозрачный роуминг. Технологии 2,5G включают стандарты 1XRTT и 3XRTT, а также EDGE и GPRS.

3G — третье поколение беспроводных сетей, которые будут поддерживать мультимедиа и иметь скорость передачи данных для фиксированных точек доступа до 2 Mbps, для движущихся абонентов это значение будет равняться

- 384 Kbps. В терминологии ITU поколение 3G будет именоваться как IMT-2000, в Европе этим сетям уже дали название UMTS.
- 1XRTT, или CDMA2000 — промежуточное поколение (2,5G) мобильных сетей CDMA, развертываемых в Северной Америке, которые поддерживают скорость передачи данных 144 Kbps.
- 3XRTT — беспроводная технология 2,5G, которая будет поддерживать скорость передачи пакетов 384 Kbps.
- AMPS (Advanced Mobil Phone Service) — аналоговый стандарт сотовой связи, получивший широкое распространение в Северной Америке.
- BSC (Base Station Controller) — аппаратно-программный комплекс, управляющий одной или несколькими базовыми станциями.
- BTS (Base Transceiver Station) — базовая станция, аппаратура, определяющая каждую конкретную соту. Она управляется контроллером BSC и содержит один или более приемопередатчиков.
- D-AMPS (Digital AMPS) — североамериканский цифровой стандарт сотовой связи.
- DECT (Digital European Cordless Telecommunication) — стандарт для предоставления беспроводных услуг связи в фиксированных точках доступа. В последнее время появились мобильные терминалы, поддерживающие DECT наряду с GSM.
- DCS-1800 (Digital Cellular System) — «европейский синоним» GSM-1800.
- EDGE (Enhanced Data for GSM Evolution) — технология третьего поколения (3G) для сетей GSM, которая позволит вести передачу данных на скоростях более 500 Kbps.
- EGSM (Extended GSM) — расширенные спецификации GSM, обеспечивающие увеличение пропускной способности существующих сетей.
- GPRS (General Packet Radio Service) — технология, позволяющая создавать высокоскоростные сети передачи данных (до 114 Kbps) на базе имеющихся сетей GSM.
- GSM (Global System for Mobile Communications) — спецификации цифровой сотовой связи, используемые на всей территории Европы и Австралии (около 200 млн. абонентов

- в мире). Стандарт допускает три различных частотных диапазона — 900, 1800 и 1900 МГц.
- HSCSD (High-Speed Circuit-Switched Data) — версия стандарта GSM для передачи данных на повышенных скоростях (от 28,8 Kbps до 56 Kbps).
- IS-95 или CDMAOne — стандарт для построения цифровых беспроводных сетей, в которых применяется метод доступа CDMA.
- IS-136 — протокол передачи данных, существующий в современных цифровых беспроводных сетях, которые применяют метод доступа TDMA.
- NMT (Nordic Mobile Telephone) — аналоговый стандарт систем подвижной радиосвязи, первоначально разрабатываемый для стран Северной Европы.
- PCN (Personal Communications Network) — сеть, обеспечивающая услуги персональной связи.
- PCS-1900 (Personal Communications Service) — североамериканский стандарт цифровой мобильной связи PCS-1900.
- TACS (Total Access Communication System) — аналоговый стандарт мобильной связи, разработанный в Великобритании на основе AMPS.
- UMTS (Universal Mobile Telephone System) — европейское название беспроводной сети третьего поколения (3G).
- WCDMA (Wideband CDMA) — стандарт, на котором базируются мобильные сети третьего поколения. Он позволит производить высокоскоростные передачи данных мультимедиа, осуществлять доступ к Internet и др.
- 8PSK (8 Phase Shift Keying) — система модуляции спутниковых сигналов, использующая 8 состояний фазы несущей, каждое из которых представляет собой 3 бинарных знака.
- AUC (Authentication Center) — центр аутентификации.
- BSS (Base Station System) — оборудование базовой станции.
- CCH (Control Channels) — каналы управления.
- ISDN (Integrated Services Digital Network) — цифровые сети с интеграцией служб.
- MS (Mobile Station) — подвижная станция.
- MSC (Mobile Switching Centre) — центр коммутации подвижной связи.
- MTP (Message Transfer Part) — подсистема передачи сообщений.

NMC (Network Management Center) — центр управления сетью.

PDN (Packet Data Network) — сети передачи данных.

PIN (Personal Identification Number) — индивидуального идентификационного номера.

PSTN (Public Switched Telephone Network) — телефонные сети общего пользования.

RSA (Rivest, Shamir, Adleman) — алгоритм шифрования с открытым ключом.

SCCP (Signalling Connection Control Part) — протоколов систем сигнализации.

SIM (Subscriber Identity Module) — стандартный модуль подлинности абонента.

TCH (Traffic Channel) — каналы связи.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Кашкаров А.П.* Радиолюбители выживают, но не сдаются... // Радиоаматор.— 2006.— № 6.— С. 12.
2. *Кашкаров А.П.* Разговаривая с оппонентом — всегда улыбайся // Радиомир — Ваш компьютер.— 2005.— № 5.— С. 22.
3. *Кашкаров А.П.* Сенсорный звуковой сигнал в автомобиле // Электрик.— 2004.— № 8.— С. 11.
4. *Кашкаров А.П.* Подбор диодов для пар // Радиомир.— 2004.— № 10.— С. 18.
5. *Кашкаров А.П.* Что могут старые стабилитроны? // Радиомир.— 2004.— № 9.— С. 36.
6. *Кашкаров А.П.* Регулятор яркости подсветки шкалы // Радио.— 2004.— № 9.— С. 43.
7. *Кашкаров А.П.* ИК автомат управления освещением // Радио.— 2004.— № 7.— С. 40.
8. *Кашкаров А.П.* Управление бытовым прибором с помощью радиозвонка // Радио.— 2005.— № 2.— С. 12.
9. *Кашкаров А.П.* Коммутатор дополнительных фонарей стоп-сигнала // Радио.— 2004.— № 8.— С. 48.
10. *Кашкаров А.П.* Регулятор яркости шкалы // Радио.— 2004.— № 9.— С. 48.
11. *Кашкаров А.П.* КР1006ВИ1 в режиме прерывистой генерации // Радио.— 2005.— № 2.— С. 55.
12. *Кашкаров А.П.* Кратковременный сигнализатор включения устройств // Радиоаматор.— 2004.— № 11.— С. 25.
13. *Кашкаров А.П.* Бегущие огни + цветомузыка // Радиомир.— 2004.— № 11.— С. 38.
14. *Кашкаров А.П.* «Музыкальные» программы // Радиомир — Ваш компьютер.— 2004.— № 11.— С. 2.
15. *Кашкаров А.П.* Защита телефона от пиратов // Радиомир.— 2004.— № 12.— С. 9.
16. *Кашкаров А.П.* Термосигнализатор для сауны // Радиомир.— 2004.— № 12.— С. 28.
17. *Кашкаров А.П.* Кратковременное включение нагрузки // Радиомир.— 2004.— № 12.— С. 32.

18. *Кашкаров А.П.* Охрана по радиоканалу // Радиомир.— 2005.— № 1.— С. 21.
19. *Кашкаров А.П.* Управление бытовыми приборами с помощью радиозвонка // Радио.— 2005.— № 2.— С. 12.
20. *Кашкаров А.П.* Наступил... зажегся свет // Радиолюбитель.— 1999.— № 11 — С. 9.
21. *Кашкаров А.П.* «Магический» цветок. // Радиолюбитель.— 2000.— № 1.— С. 9.
22. *Кашкаров А.П.* Да будет рыбам свет! // Радиолюбитель.— 2001.— № 1.— С. 36.
23. *Кашкаров А.П.* Освещение включает ПДУ // Радиомир.— 2001.— № 6.— С. 17.
24. *Кашкаров А.П.* Еще один вариант охранного устройства // Радиомир.— 2001.— № 9.— С. 38.
25. *Кашкаров А.П.* Замедленное выключение света в салоне. Вторая жизнь центрального замка // Радиомир.— 2002.— № 2.— С. 22–23.
26. *Кашкаров А.П.* Звуковые автомобильные сигнализаторы // Радиомир.— 2000.— № 6.— С. 21.
27. *Кашкаров А.П.* Цифровой таймер // Радиомир.— 2002.— № 7.— С. 21.
28. *Кашкаров А.П.* Бесконтактный датчик присутствия // Радиомир.— 2003.— № 5.— С. 38.
29. *Кашкаров А.П.* Охрана входной двери // Радиомир.— 2003.— № 4.— С. 38.
30. *Кашкаров А.П.* Радиолюбителям: Схемы для быта и отдыха.— М.: ИП РадиоСофт, 2003.— 96 с.: ил.— (Книжная полка радиолюбителя. Вып. 3).
31. *Кашкаров А.П.* Фото- и термодатчики в электронных схемах.— М.: Альтекс, 2004.— 212 с.: ил.
32. *Кашкаров А.П.* Автомат для клавиатуры АОН // Радиомир.— 2003.— № 9.— С. 56.
33. *Кашкаров А.П.* Радиолюбителям: Электронные помощники.— М.: ИП РадиоСофт, 2004.— 140 с.: ил.— (Книжная полка радиолюбителя. Вып. 7).
34. *Кашкаров А.П.* Радиолюбителям: Электронные узлы.— М.: ИП РадиоСофт, 2006.— 270 с.: ил.— (Книжная полка радиолюбителя. Вып. 10).

35. *Кашкаров А.П., Бутов А.Л.* Радиолюбителям: Схемы для дома.— М.: Горячая линия— Телеком, 2006.— 288 с.: ил.— (Массовая радиобиблиотека. Вып. 1275).
36. В помощь радиолителю. Вып. 1. Информационный обзор для радиолителю. — М.: NT Press, 2005.— С. 32, С. 54/ Кашкаров А.П./ (Электроника своими руками).
37. *Кашкаров А.П.* Новаторские решения в электронике.— М.: NT Press, 2006.— 256 с.
38. *Кашкаров А.П., Бутов А.Л.* Оригинальные конструкции для радиолителю. — М.: Альтекс, 2006.— 282 с.
39. *Кашкаров А.П.* Электронные схемы для настоящего хозяина.— М.: РадиоСофт, 2006.— 112 с.: ил.
40. *Кашкаров А.П.* Электронные конструкции для аквариума.— М.: НТ Пресс, 2007.— 122 с.
41. *Кашкаров А.П.* Пороговый переключатель // Радиомир.— 2003.— № 6.— С. 20.
42. *Кашкаров А.П.* Реализация нестандартных звуков // Радиомир.— 2003.— № 8.— С. 38.
43. *Кашкаров А.П.* Датчик присутствия // Радиомир.— 2003.— № 9.— С. 40.
44. *Кашкаров А.П.* Автомат периодического включения нагрузки // Радиомир.— 2003.— № 10.— С. 16.
45. *Кашкаров А.П.* Блок питания с автоматической зарядкой для мобильного телефона // Радиоаматор.— 2005.— № 2.— С. 51.
46. *Кашкаров А.П.* Квартирный звонок «Соловей» // Радиомир.— 2005.— № 2.— С. 40.
47. *Кашкаров А.П.* Универсальный корпус // Радиомир.— 2005.— № 3.— С. 21.
48. *Кашкаров А.П.* Коммутатор нагрузки // Радиомир.— 2005.— № 6.— С. 36.
49. *Кашкаров А.П.* «Переговорник» для мотоцикла // Радиомир.— 2005.— № 3.— С. 6.
50. *Кашкаров А.П.* ИК-шлейф в сторожевом устройстве // Радио.— 2005.— № 4.— С. 40.
51. *Кашкаров А.П.* Варианты включения пьезоэлектрических излучателей и мигающего светодиода // Радио.— 2005.— № 8.— С. 62.

-
52. *Кашкаров А.П.* На пути к вечной лампе. Еще один вариант продления срока службы электрических ламп накаливания // *Электрик*.— 2005.— № 4.— С. 41.
 53. *Кашкаров А.П.* Беспроводной квартирный звонок // *Электрик*.— 2005.— № 9.— С. 32.
 54. *Кашкаров А.П.* Электронный регулятор громкости для абонентского громкоговорителя // *Радиоаматор*.— 2005.— № 9.— С. 9.
 55. *Кашкаров А.П.* Два в одном: новая жизнь центрального замка // *12 Volt*.— 2003.— № 4.— С. 12.
 56. *Кашкаров А.П.* Озвучивание «поворотников» // *12 Volt*.— 2003.— № 5.— С. 22.
 57. *Кашкаров А.П.* «Полевой» кипятильник // *Радиомир*.— 2005.— № 6.— С. 19.
 58. *Кашкаров А.П.* Коммутатор нагрузки // *Радиомир*.— 2005.— № 6.— С. 36.
 59. *Кашкаров А.П.* Охлаждение воды в аквариуме // *Радиомир*.— 2005.— № 7.— С. 35.
 60. *Кашкаров А.П.* Звуковой сигнализатор для автомобилистов // *Радиомир*.— 2005.— № 8.— С. 24.
 61. *Кашкаров А.П.* Локализация помех электретьного микрофона // *Радиомир*.— 2005.— № 8.— С. 10.
 62. *Кашкаров А.П.* Трехвыводные проходные конденсаторы // *Радиомир*.— 2005.— № 8.— С. 42.
 63. *Кашкаров А.П.* Лечить или не лечить — вот в чем вопрос... Рекомендации по ремонту СВЧ печи // *Машины и механизмы*.— 2006.— № 1.— С. 24–27.
 64. *Кашкаров А.П.* «Ползучая» неисправность плеера // *Радиомир*.— 2006.— № 3.— С. 7.
 65. *Кашкаров А.П.* Фотодатчик на триггере Шмитта // *Радиомир*.— 2005.— № 9.— С. 34.
 66. *Кашкаров А.П.* Эффективное использование многослойных керамических конденсаторов // *Радиомир*.— 2005.— № 7.— С. 40.
 67. *Кашкаров А.П.* Проверяем трансформаторы и катушки индуктивности // *Электрик*.— 2005.— № 6.— С. 30.
 68. *Кашкаров А.П.* Портативный датчик задымленности на МС145017Р // *Радиокомпоненты*.— 2005.— № 3.— С. 28.

69. *Кашкаров А.П.* Триггерный эффект при эксплуатации промышленных включателей на основе пирозлектрических детекторов и способ его локализации // *Электрик*.— 2005.— № 8.— С. 28.
70. *Кашкаров А.П.* Временное включение нагрузки // *Электрик*.— 2005.— № 7.— С. 32.
71. *Кашкаров А.П.* Сенсорные переключатели // *Радиомир*.— 2005.— № 10 — С. 36.
72. *Кашкаров А.П.* Стабилитрон в качестве невосстанавливающегося предохранителя // *Электрик*.— 2005.— № 10.— С. 23.
73. *Кашкаров А.П.* Простая направленная антенна для Си-Би диапазона // *Радиомир*.— 2006.— № 4.— С. 45.
74. *Кашкаров А.П.* Громкий телефон // *Радиомир*.— 2006.— № 4.— С. 10.
75. *Кашкаров А.П.* Регуляторы вращения двигателей переменного тока // *Электрик*.— 2005.— № 10.— С. 35.
76. *Кашкаров А.П.* Зависимое включение отдельных электронных устройств ПК // *Радиомир — Ваш компьютер*.— 2005.— № 10.— С. 42.
77. *Кашкаров А.П.* Реанимация «Эликона» // *Радиомир*.— 2006.— № 4.— С. 15.
78. *Кашкаров А.П.* Электронный фумигатор, отпугивающий летающих насекомых // *Электрик*.— 2005.— № 5—6.— С. 30—31.
79. *Кашкаров А.П.* Ртутный датчик положения (наклона) // *Радиокомпоненты*.— 2006.— № 2.— С. 41.
80. *Кашкаров А.П.* Замена усилителя мощности в автомобильной радиостанции Alan-18 // *Радиоаматор*.— 2006.— № 4.— С. 50.
81. *Кашкаров А.П.* Автоматическое включение фар в автомобиле // *Радиолюбби*.— 2006.— № 4.— С. 58.
82. *Кашкаров А.П.* Доработка дистанционного звонка // *Радиомир*.— 2006.— № 7.— С. 40.
83. *Кашкаров А.П.* Тревожная сигнализация для питания // *Радиомир*.— 2006.— № 7.— С. 12.
84. *Кашкаров А.П.* Узел сканирования с запоминанием состояния // *Радиоаматор*.— 2006.— № 7.— С. 48.

85. *Кашкаров А.П.* Измерение мощности передатчика // Радиоаматор.— 2006.— № 4.— С. 50.
86. *Кашкаров А.П.* Генератор на 100 МГц // Радиоаматор.— 2006.— № 4.— С.51.
87. *Кашкаров А.П.* Устранение неисправностей и простые доработки телефонных аппаратов // Радиоаматор.— 2006.— № 5.— С. 52–54.
88. *Кашкаров А.П.* Дополнительный фоточувствительный и таймерный узлы к охранному датчику движения // Радиоаматор.— 2006.— № 6.— С. 50.
89. *Кашкаров А.П.* Об одном исследовании надежности авто-сигнализации // Радиоаматор.— 2006.— № 6.— С. 52.
90. *Кашкаров А.П.* Звуковой генератор на микросхемах DBL5001 (5002) // Радиоаматор.— 2006.— № 8.— С. 55.
91. *Кашкаров А.П.* Увеличение зоны ультразвуковых отпугивателей // Радиомир.— 2006.— № 5.— С. 17.
92. *Кашкаров А.П.* Согласование Си-Би радиостанций с антенной // Радиомир.— 2006.— № 5.— С. 44.
93. *Кашкаров А.П.* Электронный фумигатор, отпугивающий летающих насекомых ультразвуковыми колебаниями // Электрик.— 2006.— № 5–6.— С. 39.
94. *Кашкаров А.П.* Индикатор протечки с оригинальным датчиком // Радиолюбитель.— 2006.— № 6.— С. 13.
95. *Кашкаров А.П.* Полив цветов на автомате // Радиомир.— 2006.— № 8.— С. 38.
96. *Кашкаров А.П.* Умножаем напряжение // Электрик (Международный электротехнический журнал).— 2006.— № 7, 8.— С. 60.
97. *Кашкаров А.П.* Мифы и откровения о Windows // Радиомир.— 2006.— № 9.— С. 34.
98. *Кашкаров А.П.* ИК фильтр из подручных материалов // Радиомир.— 2006.— № 6.— С. 23.
99. *Кашкаров А.П.* Детектор валюты на светодиоде // Радиомир.— 2006.— № 6.— С. 43.
100. *Кашкаров А.П.* Автоматический дачный фонарь // Радиомир.— 2006.— № 9.— С. 43.
101. *Кашкаров А.П.* УФ-светодиоды на дискотеке // Радиомир.— 2006.— № 8.— С. 43.

102. *Кашкаров А.П.* «Антиподслушка» // Радиомир.— 2006.— № 8.— С. 12.
103. *Кашкаров А.П.* Автоматическое включение фар в автомобиле // Радиохобби.— 2006.— № 4.— С. 58.
104. *Кашкаров А.П.* Дополнительные узлы к охранному датчику движения // Радиолюбитель.— 2006.— № 9.— С. 10.
105. *Кашкаров А.П.* Терморезисторы // Радиолюбитель.— 2006.— № 9.— С. 62.
106. *Кашкаров А.П.* Таймер отключает освещение // Радио.— 2006.— № 8.— С. 60.
107. *Кашкаров А.П.* ВЧ генератор // Радиомир.— 2006.— № 6.— С. 44.
108. Маркировка электронных компонентов.— М.: Додэка-XXI, 2004.— 208 с.: ил.
109. *Уразаев В.Г.* Повышение влагостойкости многослойных печатных плат // Электронные компоненты.— 2002.— № 3.— С. 13.
110. *Тигранян Р.Э.* Микроклимат. Электронные системы обеспечения.— М.: РадиоСофт, 2005.— 112 с.: ил.
111. *Рюмик С.Н.* Все о мигающих светодиодах // Радиохобби.— 2002.— № 1.— С. 31.
112. *Алешин П.А.* Звукоизлучатели фирмы Ningbo East Electronics Ltd // Схемотехника.— 2002.— № 6.— С. 57.
113. *Малашевич Б.Н.* Отечественные ДМОП—транзисторы // Схемотехника.— 2002.— № 7.— С. 53–54.
114. Цифровые и аналоговые интегральные микросхемы. Справочник.— М.: Радиолюбитель, 2000.— 138 с.
115. *Якубовский С.В., Баранов Н.А.* и др. Аналоговые и цифровые интегральные микросхемы.— М.: Радио и связь, 1985.— 313 с.
116. *Иванов Б.С.* Электронные самоделки. 2-е изд., доп.— М.: Просвещение, 1993.— 191 с.
117. *Лачин В.И., Савелов Н.С.* Электроника.— Л.: Феникс, 2002.— 212 с.
118. Транзисторы средней и большой мощности.— М.: Радио и связь, 1994.— 120 с.
119. *Кашкаров А.П.* Оптоэлектронные МОП-реле // Радиомир.— 2005.— № 9.— С. 40.

120. *Кашкаров А.П.* Ультрафиолет шагает вперед // Радиокomпоненты.— 2006.— № 4 (34).— С. 21.
121. *Кашкаров А.П.* Некоторые отечественные аналоги популярных зарубежных радиоэлементов // Радиоhобби.— 2003.— № 2.— С. 31.
122. *Кашкаров А.П.* Некоторые данные по микроконтроллерам семейства PICxxxx и Atmel PICxxx // Радиолюбитель.— 2006.— № 7.— С. 66.
123. *Кашкаров А.П.* Современные предохранители и термостаты для радиоаппаратуры и бытовой техники // Радиолюбитель.— 2006.— № 8.— С. 32.
124. Микросхема IR2101 // Радиомир.— 2004.— № 10.— С. 41.
125. Тиристоры фирмы Motorola // Схемотехника.— 2002.— № 1.— С. 62–63.
126. Технические условия на тиристоры КУ221 АО. 336. 419 ТУ
127. Операционные усилители // Радио.— 1989.— № 10.— С. 91.
128. *Сидоров И.Н., Скорняков С.В.* Трансформаторы бытовой радиоэлектронной аппаратуры.— М.: Радио и связь, 1994.— 357 с.
129. *Шило В.Л.* Популярные микросхемы КМОП.— М.: Ягуар, 1993.— 87 с.
130. *Евсеев Ю.А., Крылов С.С.* Симисторы и их применение в бытовой электроаппаратуре.— М.: Энергоатомиздат, 1990.— 185 с.
131. *Уразаев В.Г.* Все взаимопроникает, все... // Технологии в электронной промышленности. 2005.— № 1.— С. 12.
132. Стандартные симисторы фирмы Philips Semiconductor // Радиоаматор — Электрик.— 2002.— № 9.— С. 16–17.
133. *Иванов В.И., Аксенов А.И., Юшин А.М.* Полупроводниковые оптоэлектронные приборы. Справочник.— М.: Энергоатомиздат, 1989.— 315 с.
134. *Юшин А.М.* Оптоэлектронные приборы и их зарубежные аналоги. Справочник. В 5-ти томах.— М.: РадиоСофт, 2003.— 346 с.

Справочный материал использован с сайтов Интернета

<http://www.motoizh.ru>

<http://entertainment.ivlim.ru/showsite.asp?id=75871>

<http://www.ntpo.com/electronics>

<http://www.povt.ru/povt2/?mode=downloads&area=9>

http://qrx.narod.ru/spravka/pr_om.htm

http://www.platan.ru/td_pltn/15.htm

А.П.Кашкаров

ПОПУЛЯРНЫЙ СПРАВОЧНИК РАДИОЛЮБИТЕЛЯ

