

# МАРКИРОВКА РАДИОДЕТАЛЕЙ

## ТОМ 1

**ПАССИВНЫЕ КОМПОНЕНТЫ**

**КВАРЦЕВЫЕ РЕЗОНАТОРЫ И ПЬЕЗОФИЛЬТРЫ**

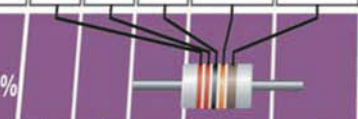
**ДИОДЫ**

**ТРАНЗИСТОРЫ**

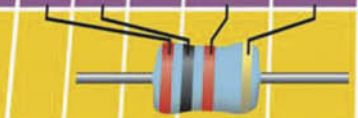
Резисторы. Цветовая маркировка

Цвет полосы, точки	1-й элемент	2-й элемент	3-й элемент	Множитель	Допуск
Золотой				0,010м	±5%
Серебряный				0,10м	±10%
Черный		0	0	10м	±20%
Коричневый	1	1	1	100м	±1%
Красный	2	2	2	100 Ом	±2%
Оранжевый	3	3	3	1 кОм	
Желтый	4	4	4	10 кОм	
Зеленый	5	5	5	100 кОм	±0,5%
Голубой	6	6	6	1 МОм	±0,25%
Фиолетовый	7	7	7	10 МОм	±0,1%
Серый	8	8	8	100 МОм	±0,05%
Белый	9	9	9		

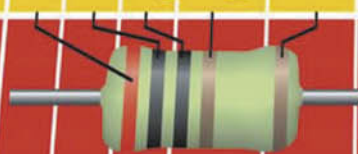
220 кОм ±1%



2 кОм ±5%



2 кОм ±1%



10 кОм ±2%  
100 %/°C



www.symmetron.ru  
e-mail: npo@symmetron.ru

195196, С-Петербург, а/я 49

С-Петербург: (812) 278-8484

Москва: (095) 214-2555

Новосибирск: (3832) 119-081

Киев: (044) 239-2065

Минск: (017) 222-5959

Харьков: (0572) 303-577

Ставрополь: (8652) 357-775

Екатеринбург: (3432) 703-384

Ростов-на-Дону: (8632) 923-273



**Симметрон**  
электронные компоненты

## **Серия «Ремонт», выпуск 57**

**Садченков Д. А.**

Маркировка радиодеталей отечественных и зарубежных. Справочное пособие. Том 1. — М.: СОЛОН-Р, 2009. — 208 с.

ISBN 5—93455—141—8

При практической работе, связанной в первую очередь с ремонтом электронной техники, возникает задача определить тип электронного компонента, его параметры, расположение выводов, принять решение о прямой замене или использовании аналога. В большинстве существующих справочников приводится информация по отдельным типам радиокомпонентов (транзисторы, диоды и т. д.). Однако ее недостаточно, и необходимым дополнением к таким книгам служит данное справочное пособие.

Представляемая читателю книга по маркировке электронных компонентов содержит в отличие от издававшихся ранее подобных изданий, больший объем информации. В ней приведены данные по буквенной, цветовой и кодовой маркировке компонентов, по кодовой маркировке зарубежных полупроводниковых приборов для поверхностного монтажа (SMD), приведены данные по маркировке некоторых ранее не освещавшихся типов зарубежных компонентов, даны рекомендации по использованию и проверке исправности электронных компонентов.

**Издательство «СОЛОН-Р»**

103001, г. Москва, а/я 82

Телефоны:

(095) 254-44-10, (095) 252-36-96, (095) 252-25-21

E-mail: Solon-R@coba.ru

***Приглашаем к сотрудничеству авторов — специалистов  
по ремонту бытовой и офисной техники!***

***E-mail: Solon-Avtor@coba.ru***

**САДЧЕНКОВ Дмитрий Андреевич**

Маркировка радиодеталей отечественных и зарубежных.

Справочное пособие.

Том 1.

Ответственный за выпуск *В. Митин*

Макет и верстка *С. Тарасов*

Обложка *Е. Холмский*

ISBN 5—93455—141—8

© Макет и обложка «СОЛОН-Р», 2010

© Д. А. Садченков, 2010

# Содержание

<b>Предисловие .....</b>	<b>3</b>
<b>1. Резисторы.....</b>	<b>4</b>
1.1. Общие сведения.....	4
Советы по практическому применению .....	5
1.2. Обозначение и маркировка резисторов.....	6
Система обозначения .....	6
Маркировка резисторов отечественного производства .....	7
Маркировка резисторов зарубежного производства .....	8
Маркировка резисторных сборок.....	9
1.3. Технические данные и маркировка бескорпусных SMD резисторов.....	10
Общие сведения .....	10
Маркировка SMD резисторов .....	12
1.4. Особенности применения и маркировки переменных резисторов.....	13
Переменные и подстроечные резисторы фирмы BOURNS.....	13
1.5. Резисторы с особыми свойствами .....	20
Термисторы.....	20
Варисторы.....	24
<b>2. Конденсаторы .....</b>	<b>27</b>
2.1. Общие сведения.....	27
2.2. Обозначение и маркировка конденсаторов .....	27
Отечественная система обозначения .....	27
Маркировка конденсаторов.....	29
Кодовая цифровая маркировка.....	30
Цветовая маркировка .....	34
2.3. Особенности маркировки некоторых типов SMD конденсаторов .....	34
Керамические SMD конденсаторы.....	34
Оксидные SMD-конденсаторы.....	35
Танталовые SMD-конденсаторы.....	35
Маркировка электролитических конденсаторов фирмы TREC .....	36
Конденсаторы фирмы HITANO .....	36
Советы по практическому применению .....	37
2.4. Подстроечные конденсаторы зарубежных фирм .....	38
2.5. Другие типы конденсаторов .....	40
<b>3. Катушки индуктивности.....</b>	<b>42</b>
3.1. Общие сведения.....	42
3.2. Маркировка катушек индуктивности .....	42
Маркировка катушек индуктивности для поверхностного монтажа.....	44
3.3. Дроссели серий Д, ДМ, ДП, ДПМ.....	45
<b>4. Маркировка кварцевых резонаторов и пьезофильтров.....</b>	<b>46</b>
4.1. Маркировка резонаторов и фильтров отечественного производства .....	46
4.2. Особенности маркировки резонаторов и фильтров зарубежного производства ..	51
4.3. Особенности маркировки фильтров производства фирмы Murata .....	52
<b>5. Маркировка полупроводниковых приборов.....</b>	<b>54</b>
5.1. Отечественная и зарубежные системы маркировки полупроводниковых приборов.....	54
Маркировка R-МОП транзисторов Harris (Intersil).....	59

Маркировка IGBT транзисторов Harris (Intersil).....	60
Маркировка транзисторов фирмы International Rectifier.....	61
Маркировка полупроводниковых приборов фирмы Motorola.....	62
5.2. Диоды общего назначения.....	64
Типы корпусов и расположение выводов диодов.....	64
Цветовая маркировка отечественных диодов.....	65
Цветовая маркировка зарубежных диодов.....	68
Цветовая маркировка отечественных стабилитронов и стабисторов.....	69
Цветовая маркировка отечественных варикапов.....	74
Буквенно-цифровая кодовая маркировка SMD диодов зарубежного производства.....	75
Цветовая маркировка SMD диодов в корпусах SOD-80, DO-213AA, DO-213AB.....	99
Фотодиоды.....	100
Транзисторы.....	101
Особенности кодовой и цветовой маркировки отечественных транзисторов.....	102
<b>6. Маркировка полупроводниковых SMD радиокомпонентов.....</b>	<b>104</b>
6.1. Идентификация SMD компонентов по маркировке.....	104
6.2. Типы корпусов SMD транзисторов.....	104
6.3. Как пользоваться системой.....	105
Эквиваленты и дополнительная информация.....	106
<b>7. Особенности тестирования электронных компонентов.....</b>	<b>139</b>
7.1. Тестирование конденсаторов.....	139
7.2. Тестирование полупроводниковых диодов.....	141
7.3. Тестирование транзисторов.....	142
7.4. Тестирование однопереходных и программируемых однопереходных транзисторов.....	143
7.5. Тестирование динисторов, тиристоров, симисторов.....	144
7.6. Определение структуры и расположения выводов транзисторов, тип которых неизвестен.....	145
7.7. Тестирование полевых МОП-транзисторов.....	146
7.8. Тестирование светодиодов.....	146
7.9. Тестирование оптопар.....	147
7.10. Тестирование термисторов.....	147
7.11. Тестирование стабилитронов.....	147
7.12. Расположение выводов транзисторов.....	148
<b>Приложение 1. Краткие справочные данные по зарубежным диодам.....</b>	<b>149</b>
<b>Приложение 2. Краткие справочные данные по зарубежным транзисторам.....</b>	<b>175</b>
<b>Приложение 3. Типы корпусов СВЧ транзисторов.....</b>	<b>204</b>

ISBN 5-93455-141-8



9 785934 551415

ООО Издательство «СОЛОН-Р»

ЛР № 066584 от 14.05.99

Москва, ул. Тверская, д. 10, стр. 1, офис 522  
Формат 70×100/16. Объем 13 п. л. Тираж 5000

АООТ «Политех-4»

Москва, Б. Переяславская, 46

Заказ №

# 1. Резисторы

## 1.1. Общие сведения

Резисторы представляют собой радиоэлементы, обеспечивающие изменение таких параметров электрической цепи, как ток или напряжение на ее участке. В зависимости от вида включения в цепи, они могут выполнять функции ограничения тока, шунта, делителя напряжения.

Существует деление резисторов на различные группы:

- по типу используемого материала;
- по номинальному значению сопротивления: постоянные и переменные.

Каждый резистор характеризуется целым рядом параметров, основными из которых являются:

- номинальное сопротивление (Ом, кОм, МОм);
- допустимое отклонение сопротивления от значения, обозначенного на корпусе (допуск), в процентах;
- номинальная мощность рассеяния (Вт);
- температурный коэффициент сопротивления (ТКС) — относительное изменение сопротивления при изменении температуры на 1 °С;
- допустимое приложенное напряжение (В);
- максимальная рабочая частота (МГц);
- уровень шума (дБ);
- диапазон рабочих температур, °С.

Электрические характеристики резистора в значительной мере определяются типом материала, из которого он изготовлен, и его конструкцией.

В табл. 1.1 приведены характеристики резисторов, изготовленных на основе различных материалов.

**Таблица 1.1. Характеристики постоянных резисторов**

Параметр	Материал			
	Угольный композит	Угольная пленка	Металлическая пленка	Окись металла
Диапазон сопротивлений, Ом	2,2...10 <sup>6</sup>	10...10 <sup>6</sup>	1...10 <sup>6</sup>	10...10 <sup>6</sup>
Допуск, ±%	10	5	1	2
Мощность рассеяния, Вт	0,125...1	0,25...2	0,125...0,5	0,25...0,5
Температурный коэффициент сопротивления, 1·10 <sup>-6</sup> / °С	+1200	-250	+50...100	+250
Диапазон рабочих температур, °С	-40...+105	-45...+125	-55...+125	-55...+125

В отдельную группу необходимо выделить проволочные резисторы, характеристики которых приведены в табл. 1.2.

**Таблица 1.2. Характеристики постоянных проволочных резисторов**

Параметр	Тип корпуса		
	Керамический	Остеклованный	В алюминиевой оболочке
Диапазон сопротивлений, Ом	0,47...22·10 <sup>3</sup>	0,1...22·10 <sup>3</sup>	0,1...22·10 <sup>3</sup>
Допуск, ±%	5	5	5
Мощность рассеяния, Вт	4...17	2...4	25...50 (на радиаторе)
Температурный коэффициент сопротивления, 1·10 <sup>-6</sup> / °С	±250	±75	±50
Диапазон рабочих температур, °С		-55...+200	-55...+200

Номинальные сопротивления резисторов отечественного и зарубежного производства стандартизованы. Для постоянных резисторов установлено шесть рядов номинальных значений: E6, E12, E24, E48, E96, E192. Цифра после буквы E указывает число номинальных значений в каждом десятичном интервале (Ом, кОм, МОм, ГОм). Наиболее широко применяются резисторы рядов E6, E12, E24, реже — ряда E48 (табл. 1.3). Каждому номинальному ряду сопротивлений соответствует свое значение допуска. Резисторы с наименьшими допусками рядов E96, E192 применяются в основном в измерительных приборах и схемах.

**Таблица 1.3. Ряды номинальных сопротивлений резисторов**

Ряд	Числовые коэффициенты	Погрешность, ±%
E6	1; 1,5; 2,2; 3,3; 4,7; 6,8	20%
E12	1; 1,2; 1,5; 1,8; 2,2; 2,7; 3,3; 3,9; 4,7; 5,6; 6,8; 8,2	10%
E24	1; 1,1; 1,2; 1,3; 1,5; 1,6; 1,8; 2; 2,2; 2,4; 2,7; 3; 3,3; 3,6; 3,9; 4,3; 4,7; 5,1; 5,6; 6,2; 6,8; 7,5; 8,2; 9,1	5%
E48	1,00; 1,05; 1,07; 1,10; 1,13; 1,15; 1,18; 1,21; 1,24; 1,27; 1,30; 1,33; 1,37; 1,40; 1,43; 1,47; 1,50; 1,54; 1,58; 1,62; 1,65; 1,69; 1,74; 1,78; 1,82; 1,87; 1,91; 1,96; 2,00; 2,05; 2,10; 2,15; 2,21; 2,26; 2,32; 2,43; 2,49; 2,55; 2,61; 2,67; 2,74; 2,80; 2,87; 2,94; 3,01; 3,09; 3,16; 3,24; 3,32; 3,40; 3,48; 3,57; 3,65; 3,74; 3,83; 3,92; 4,02; 4,12; 4,22; 4,32; 4,42; 4,53; 4,64; 4,75; 4,87; 4,99; 5,11; 5,23; 5,36; 5,49; 5,62; 5,76; 5,90; 6,04; 6,19; 6,34; 6,49; 6,65; 6,81; 6,98; 7,15; 7,32; 7,50; 7,68; 7,87; 8,06; 8,25; 8,45; 8,66; 8,87; 9,09; 9,31; 9,53; 9,76	1%

## Советы по практическому применению

Максимальная мощность, которую может рассеивать резистор, зависит от температуры окружающей среды. С ростом этой температуры мощность рассеяния снижается. Для увеличения надежности резисторов следует обеспечивать больший запас их по мощности.

Проволочные резисторы обладают значительной индуктивностью, поэтому нецелесообразно применять их в высокочастотных и импульсных цепях. На высо-

ких частотах ( $\geq 30$  МГц) пленочные угольные и металлопленочные резисторы могут иметь заметное индуктивное сопротивление за счет длины своих выводов, которые следует максимально укорачивать.

В радиотехнических устройствах для снижения добротности колебательного контура и расширения его полосы пропускания параллельно ему подключают резистор. Для работы на высоких частотах выпускают специальные резисторы, которые для снижения индуктивности имеют особую конструкцию.

Качество изоляции остеклованных резисторов ухудшается с ростом температуры. Поэтому в режимах с максимально рассеиваемой мощностью следует избегать контакта этих резисторов с любой проводящей поверхностью.

## 1.2. Обозначение и маркировка резисторов

### Система обозначения

В табл. 1.4 приведены сведения о действующей отечественной системе обозначения резисторов, а в табл. 1.5 — о старой.

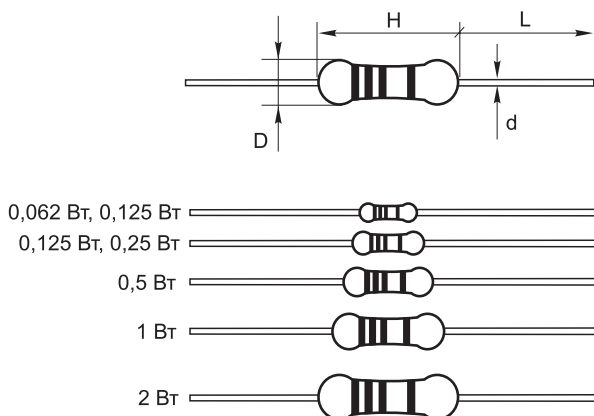
**Таблица 1.4. Действующая система обозначения резисторов**

Элемент обозначения			Пример обозначения
первый	второй	третий	
Р – резисторы постоянные	1 – непроволочные 2 – проволочные	Порядковый номер разработки	Р1-26
РП – резисторы переменные			РП2-12
ТР – терморезисторы с отрицательным ТКС	Полупроводниковые материалы не обозначаются		ТР-7
ТРП – терморезисторы с положительным ТКС			ТРП-5
ВР – варисторы постоянные			ВР-14
ВРП – варисторы переменные			ВРП-11

**Таблица 1.5. Старая система обозначения резисторов**

Элемент обозначения			Пример обозначения		
первый	второй	третий			
С – резисторы постоянные	1 – углеродистые и бороуглеродистые 2 – металлодиэлектрические и металлоокисные 3 – композиционные пленочные 4 – композиционные объемные 5 – проволочные	Порядковый номер разработки	С5-2		
СП – резисторы переменные			3 – композиционные пленочные 4 – композиционные объемные 5 – проволочные	СП1-3	
				1 – кобальто-марганцевые 2 – медно-марганцевые 3 – медно-кобальто-марганцевые 4 – никель-кобальто-марганцевые	СТ2-3
СТ – терморезисторы			1 – карбидо-кремниевые		СТ2-3
СН – варисторы					

Единой системы обозначения резисторов зарубежного производства нет. Каждая фирма-производитель имеет собственную систему обозначения резисторов. Но на практике нет необходимости изучать такие системы, поскольку достаточная информация о номинале и допуске имеется на корпусе резистора, а по геометрическим размерам можно судить о его рассеиваемой мощности. На рис. 1.1 и в табл. 1.6 приведены данные о геометрических размерах резисторов различной мощности. Для того, чтобы избежать путаницы при поставках резисторов зарубежного производства на отечественный рынок, большинство дилеров сопоставляет их с резисторами российского производства, называя их, например, постоянные углеродистые резисторы типа С1-4 (импортные).



**Рис. 1.1.** Размеры корпусов резисторов различной мощности

**Таблица 1.6.** Размеры резисторов

Мощность рассеивания, Вт	Размеры, мм			
	H	D	L	d
0,062	3,2	1,5	28	0,48
0,125 mini	3,2	1,5	28	0,48
0,125	6,0	2,3	28	0,60
0,25 mini	3,2	1,5	28	0,48
0,25	6,0	2,3	28	0,60
0,5	9,0	3,2	28	0,60
1,0	11,0	4,5	35	0,80
2,0	15,0	5,0	35	0,80

## Маркировка резисторов отечественного производства

Номинальные сопротивления и допуски на резисторах обозначаются одним из двух способов — с использованием буквенно-цифрового обозначения или путем нанесения цветовой маркировки.



**Буквенно-цифровая маркировка**

Обозначение резистора включает три элемента.

**Первый элемент** — цифры — номинал сопротивления в омах.

**Второй элемент** — буква русского или латинского алфавита — множитель (табл. 1.7).

Таблица 1.7

Буква латинская (русская)	R (или E)	K (или К)	M (или М)	G (или Г)	T (или Т)
Множитель	1	$1 \cdot 10^3$	$1 \cdot 10^6$	$1 \cdot 10^9$	$1 \cdot 10^{12}$

**Третий элемент** — буква латинского или русского алфавита — допуск (табл. 1.8).

Таблица 1.8

Буква латинская (русская)	E	L	R	P	U	B (Ж)	C (У)	D (Д)	F (Р)	G (Л)	J (И)	K (С)	M (В)	N (Ф)
Допуск, ±%	0,001	0,002	0,005	0,01	0,02	0,1	0,25	0,5	1	2	5	10	20	30

**Цветовая маркировка**

Другим видом маркировки является нанесение на корпус резистора цветных колец. Маркировочные кольца сдвинуты к одному из выводов резистора и располагаются слева направо. Если размеры резистора не обеспечивают отступа, то ширина первого кольца примерно в два раза шире остальных. Число колец может быть от четырех до шести.

На цветных вкладках 1, 2 показано, как по цвету колец определить номинал и допуск резистора.

**Маркировка резисторов зарубежного производства****Буквенно-цифровая маркировка**

На корпус резистора наносится маркировка, состоящая из двух или трех цифр и буквы. Буква играет роль запятой и одновременно обозначает, в каких единицах измеряется номинал резистора: **R** — в омах; **K** — в килоомах; **M** — в мегаомах. Примеры обозначения приведены в табл. 1.9.

Таблица 1.9. Обозначение номиналов резисторов

Сопротивление	Обозначение	Сопротивление	Обозначение
0,33 Ом	R33	47 кОм	47K
6,8 Ом	6R8	150 кОм	M15
22 Ом	22R	1 МОм	1M0
150 Ом	150R	2,2 МОм	2M2
1 кОм	1K	10 МОм	10M
0,1 Ом	R10	5,6 кОм	5K6

Допуск резисторов по одной из наиболее распространенных систем обозначений BS 1852 (British Standard 1852), обозначается буквой после обозначения номинала резистора (табл. 1.10).

Таблица 1.10

Буква	F	G	J	K	M
Допуск, ±%	1	2	5	10	20

Например: 330RG соответствует номиналу 330 Ом ±2%; R22M — 0,22 Ом ±20%.

### Цветовая маркировка резисторов

Цветовая маркировка резисторов зарубежного производства аналогична цветовой маркировке резисторов отечественного производства (см. цветные вкладки 1, 2).

## Маркировка резисторных сборок

Резисторные микросборки состоят из металло-пленочных резисторов. Они изготавливаются на керамической подложке, покрываются специальным составом на основе эпоксидной смолы и имеют жесткие выводы.

Необходимую информацию о параметрах резисторной сборки можно получить по маркировке на ее корпусе:

<b>9</b>	<b>A</b>	<b>10</b>	<b>2</b>	<b>J</b>
1	2	3	4	5

1. Количество выводов.
2. Схема соединения резисторов сборки (рис. 1.2).
3. Номинал, Ом.
4. Показатель степени множителя 10 (число нулей, добавляемое к номиналу).
5. Допуск:
  - F — ±1%;
  - G — ±2%;
  - J — ±5%.

На корпусе резисторной сборки у первого вывода наносится точка.

В приведенном выше примере маркировка 9A102J означает, что сборка составлена из резисторов сопротивлением 1 кОм ±5%, имеет девять выводов, в ее составе восемь резисторов, включенных по схеме А (см. рис. 1.2).

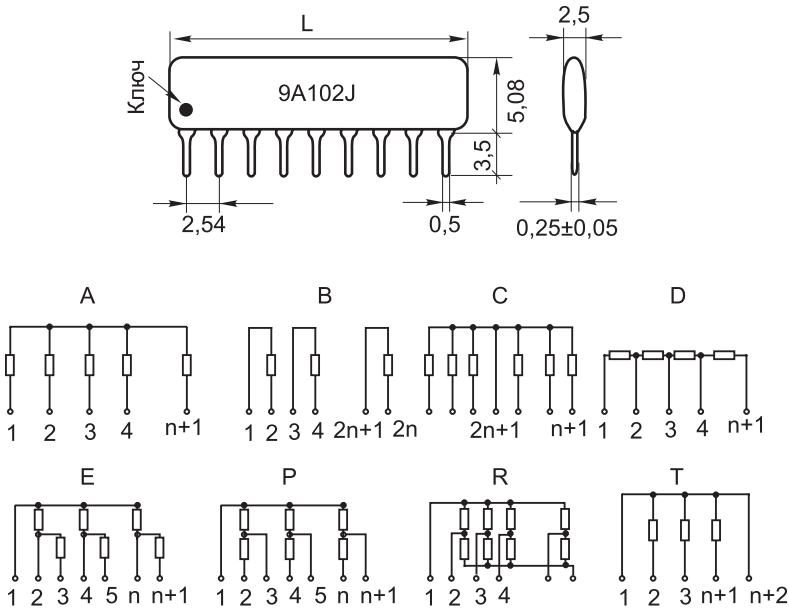


Рис. 1.2. Схемы соединения резисторов в сборках

### 1.3. Технические данные и маркировка бескорпусных SMD резисторов

#### Общие сведения

В настоящее время на передний план все более выдвигается наиболее прогрессивная сегодня технология производства электронной аппаратуры — технология поверхностного монтажа или SMT-технология (SMT — Surface Mount Technology). Специально для такой технологии был разработан широкий спектр миниатюрных электронных компонентов, которые еще называют SMD (Surface Mount Devices) компонентами. Использование SMD компонентов позволило автоматизировать процесс монтажа печатных плат.

Основной ряд используемых SMD резисторов представлен зарубежными резисторами серии RMC, которые подробно описаны ниже. Из отечественных аналогов можно назвать резисторы типа P1-12, имеющие номинальную рассеиваемую мощность  $0,125$  Вт, номинальные сопротивления ряда E24 от  $1$  Ом до  $6,8$  МОм. Резисторы P1-12 полностью соответствуют SMD резисторам в корпусе типоразмера 1206.

На рис. 1.3 представлен внешний вид SMD резисторов, а в таблицах 1.11 и 1.12 приведены их геометрические размеры и основные технические данные. Типоразмеры SMD резисторов стандартизованы. Они обозначаются четырехзначным числом по стандарту IEA. Обозначения самих же SMD резисторов различных производителей приведены в табл. 1.13.

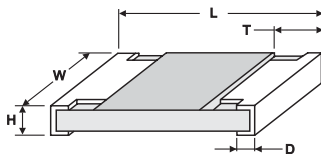


Рис. 1.3. Внешний вид SMD резисторов

Таблица 1.11. Габаритные размеры SMD резисторов

Типоразмер EIA	Размеры (мм)				
	L	W	H	D	T
0402	1,00	0,50	0,20	0,25	0,35
0603	1,60	0,85	0,30	0,30	0,45
0805	2,10	1,30	0,40	0,40	0,50
1206	3,10	1,60	0,50	0,50	0,55
1210	3,10	2,60	0,50	0,40	0,55
2010	5,00	2,50	0,60	0,40	0,55
2512	6,35	3,20	0,60	0,40	0,55

Таблица 1.12. Технические данные SMD резисторов

Тип	0402	0603	0805	1206	1210	2010	2512
Номинальная мощность, Вт	1/16	1/10	1/8	1/4	1/3	3/4	1
Температурный диапазон, °C	-55 ... +125						
Макс. рабочее напряжение, В	25	50	150	200	200	200	200
Макс. перегрузочное напряжение, В	50	100	300	400	400	400	400
Диапазон сопротивлений	1%, E-96	100 Ом...	10 Ом...	10 Ом...	10 Ом...	10 Ом...	10 Ом...
		100 кОм	1 МОм	1 МОм	1 МОм	1 МОм	1 МОм
		2 Ом...	1 Ом...	1 Ом...	1 Ом...	1 Ом...	1 Ом...
5%, E-24	5,6 МОм	10 МОм	10 МОм	10 МОм	10 МОм	10 МОм	10 МОм
	Сопrotивление перемычки, Ом	—	—	≤0,05	—	—	—

Таблица 1.13. Обозначения SMD резисторов некоторых фирм-производителей

Типоразмер	Фирма-производитель							
	AVX	BECKMAN	NEOHM	PANASONIC	PHILIPS	ROHM	SAMSUNG	WELWYN
0603	CR10	BCR1/16	CRG0603	ERJ3	—	MCR03	RC1608	WCR0603
0805	CR21	BCR1/10	CRG0805	ERJ6	RC11/12	MCR10	RC2012	WCR0805
1206	CR32	BCR1/8	CRG1206	ERJ8	RC01/02	MCR18	RC3216	WCR1206

## Маркировка SMD резисторов

SMD резисторы маркируются различными способами. Способ маркировки зависит от типоразмера резистора и допуска. Резисторы типоразмера 0402 не маркируются. Резисторы с допуском 2%, 5% и 10% всех типоразмеров маркируются тремя цифрами, первые две из которых обозначают мантиссу (то есть номинал резистора без множителя), а последняя — показатель степени по основанию 10 для определения множителя. При необходимости к значащим цифрам может добавляться буква R для обозначения десятичной точки. Например, маркировка **513** означает, что резистор имеет номинал  $51 \times 10^3 \text{ Ом} = 51 \text{ кОм}$ . Обозначение **100** указывает, что номинал резистора равен 10 Ом.

Резисторы с допуском 1% типоразмеров от 0805 и выше маркируются четырьмя цифрами, первые три из которых обозначают мантиссу, а последняя — показатель степени по основанию 10 для задания номинала резистора в омах. Буква R также служит для обозначения десятичной точки. Например, маркировка **7501** означает, что резистор имеет номинал  $750 \times 10^1 \text{ Ом} = 7,5 \text{ кОм}$ .

Резисторы с допуском 1% типоразмера 0603 маркируются с использованием приведенной ниже таблицы EIA-96 (табл. 1.14) двумя цифрами и одной буквой. Цифры задают код, по которому из таблицы определяют мантиссу, а буква — показатель степени по основанию 10 для определения номинала резистора в омах. Например, маркировка **10C** означает, что резистор имеет номинал  $124 \times 10^2 \text{ Ом} = 12,4 \text{ кОм}$ .

Таблица 1.14. Таблица маркировки SMD резисторов EIA-96

Код	Знач.	Код	Знач.	Код	Знач.	Код	Знач.	Код	Знач.	Код	Знач.	Код	Знач.	Код	Знач.
01	100	13	133	25	178	37	237	49	316	61	422	73	562	85	750
02	102	14	137	26	182	38	243	50	324	62	432	74	576	86	768
03	105	15	140	27	187	39	249	51	332	63	442	75	590	87	787
04	107	16	143	28	191	40	255	52	340	64	453	76	604	88	806
05	110	17	147	29	196	41	261	53	348	65	464	77	619	89	825
06	113	18	150	30	200	42	267	54	357	66	475	78	634	90	845
07	115	19	154	31	205	43	274	55	365	67	487	79	649	91	866
08	118	20	158	32	210	44	280	56	374	68	499	80	665	92	887
09	121	21	162	33	215	45	287	57	383	69	511	81	681	93	909
10	124	22	165	34	221	46	294	58	392	70	523	82	698	94	931
11	127	23	169	35	226	47	301	59	402	71	536	83	715	95	953
12	130	24	174	36	232	48	309	60	412	72	549	84	732	96	976
<b>S</b>	<b>10<sup>-2</sup></b>	<b>R</b>	<b>10<sup>-1</sup></b>	<b>A</b>	<b>10<sup>0</sup></b>	<b>B</b>	<b>10<sup>1</sup></b>	<b>C</b>	<b>10<sup>2</sup></b>	<b>D</b>	<b>10<sup>3</sup></b>	<b>E</b>	<b>10<sup>4</sup></b>	<b>F</b>	<b>10<sup>5</sup></b>

Стандартная упаковка SMD резисторов — бумажная лента или бобина. На упаковку наносится маркировка с указанием типа резистора, его типоразмера, номинала, допуска. Например: **RMC-18 (1206) 1002 FR**, где буквой после номинала обозначен допуск ( $F = \pm 1\%$ ;  $J = \pm 5\%$ ;  $D = \pm 0,5\%$ ), а буква R означает, что резисторы упакованы на бумажной ленте в бобине.

## 1.4. Особенности применения и маркировки переменных резисторов

Переменные резисторы применяются для настройки и регулировки сигналов: в качестве регуляторов громкости, тембра, уровней, настройки на частоту в радиоприемниках с перестройкой частоты при помощи варикапов.

Подстроечные резисторы применяются в схемах радиоэлектронных устройств для того, чтобы обеспечить их настройку во избежание многократных замен, связанных с необходимостью подбора постоянного резистора.

Переменные резисторы выпускаются в различном исполнении. По типам они делятся на резисторы с угольной дорожкой, дорожкой из кермета (металлокерамики), проволочные и многооборотные проволочные.

По причине наличия подвижного контакта переменные резисторы являются источниками шумов, и порой напряжение создаваемых ими шумов может достигать десятков милливольт (15...50 мВ). Поэтому при применении переменных резисторов следует придерживаться следующих правил:

- избегайте использования переменных резисторов с угольной дорожкой: они сильно шумят и ненадежны;
- в регуляторах громкости аудиоаппаратуры применяйте потенциометры с логарифмическим законом регулирования сопротивления;
- не применяйте переменных резисторов с угольной дорожкой в устройствах электропитания для регулировки выходного напряжения. Из-за несовершенства дорожки возможно мгновенное появление полного выходного напряжения.

Кроме того, при использовании переменных и подстроечных резисторов в цепях питания следует учитывать их рассеиваемую мощность во избежание нагрева и возможного выхода их из строя. Следует также помнить, что применение в этих цепях таких резисторов с угольной дорожкой может быть причиной бросков напряжения в процессе регулировки.

### Переменные и подстроечные резисторы фирмы BOURNS

На рис. 1.4 представлены переменные и подстроечные резисторы, выпускающиеся фирмой BOURNS, типов 3370, PTV09, PCW, PDV, 91, 93, 95, 96, PDB12.

Подстроечные резисторы фирмы BOURNS имеют различное конструктивное исполнение. Они обозначаются кодом, состоящим из четырех цифр, обозначающих модель, буквы — обозначения типа, цифры, указывающей на особенности конструкции и трех цифр, обозначающих номинал. Например, 3214W-1-103. Стандартный ряд номиналов подстроечных резисторов: 10, 20, 50, 100, 200, 500, 1К, 2К, 5К, 10К, 20К, 25К, 50К, 100К, 200К, 250К, 500К, 1М.

Последняя цифра в обозначении номинала означает показатель степени числа 10, на которое следует умножить две первые цифры. Например, 103 =  $1 \cdot 10^3$  Ом или 1 кОм.

<p>Серия 24S1</p>	<p>Серия R-0901N</p>
<p>Серия R-0904N</p>	<p>Серия RK-1111N</p>
<p>Серия RK-1112N</p>	<p>Серия RK-1411G</p>
<p>Серия RK-1412G</p>	<p>Серия R1001N12B1</p>
<p>Серия R1001G22B1</p>	<p>Серия R1212N</p>
<p>Серия R1214G</p>	<p>Серия SL-101N</p>

Рис. 1.4. Переменные и подстроечные резисторы BOURNS

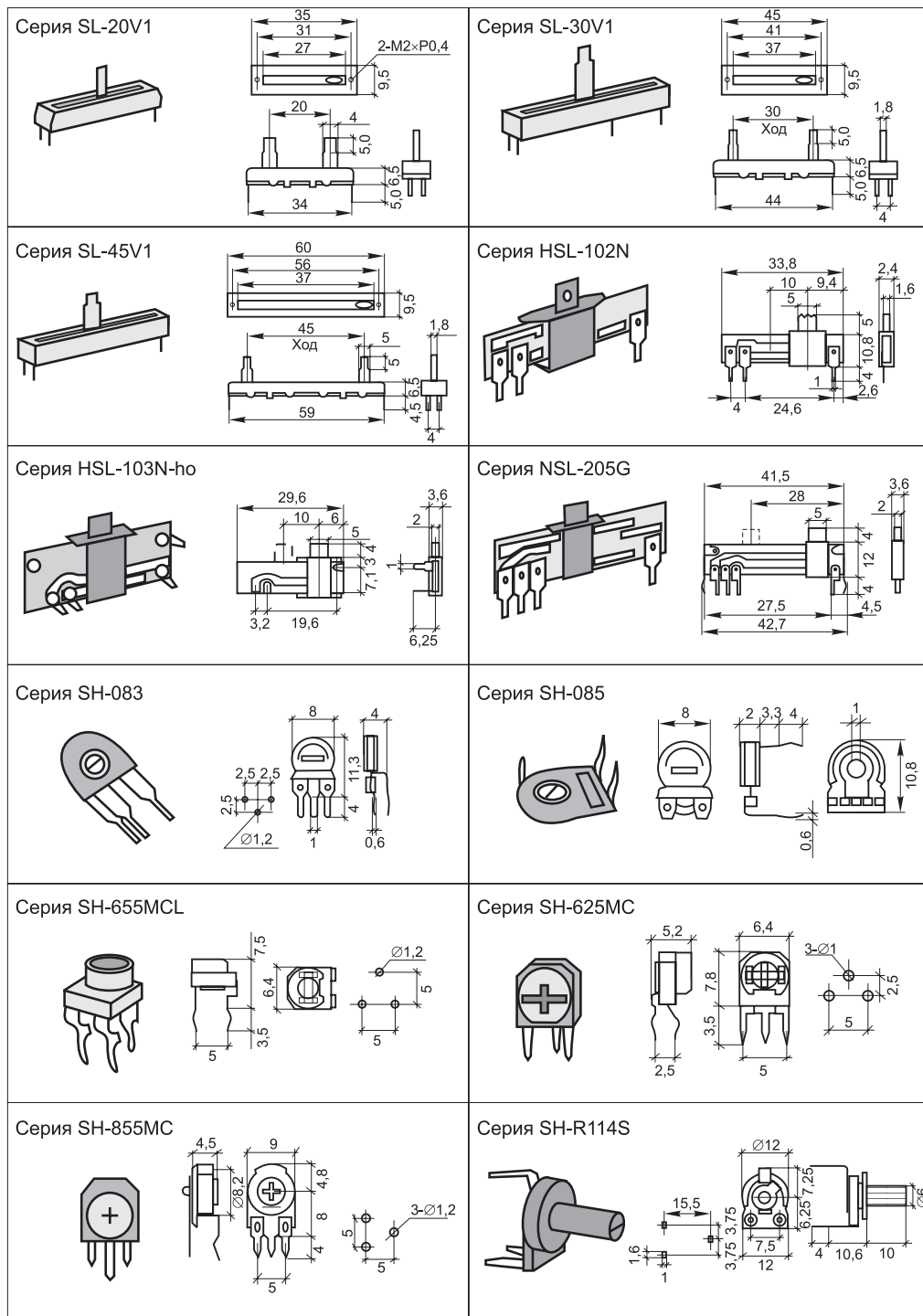


Рис. 1.4. Переменные и подстроечные резисторы BOURNS (продолжение)



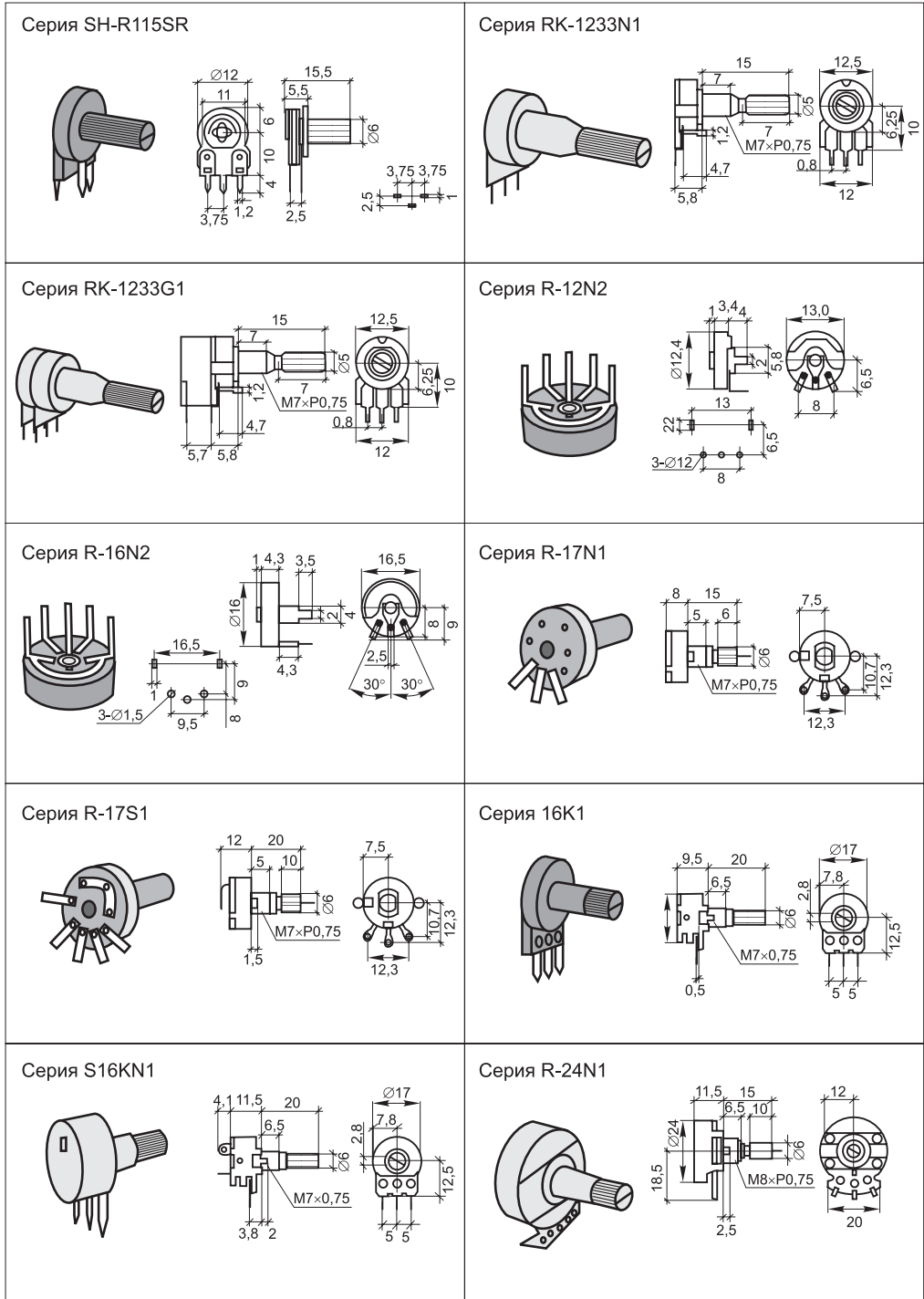


Рис. 1.4. Переменные и подстроечные резисторы BOURNS (продолжение)

На рис. 1.5 представлен внешний вид и габаритные размеры малогабаритных подстроечных резисторов (триммеров) Bourns. Следует отметить, что некоторые их типы являются полными аналогами отечественных подстроечных резисторов: 3329H — СПЗ-19А; 3362Р — СПЗ-19А; 3329H — СПЗ-19В; 3296W — СП5-2ВБ-0,5 Вт. Номинал на корпусе также обозначается цифровым кодом (табл. 1.15).

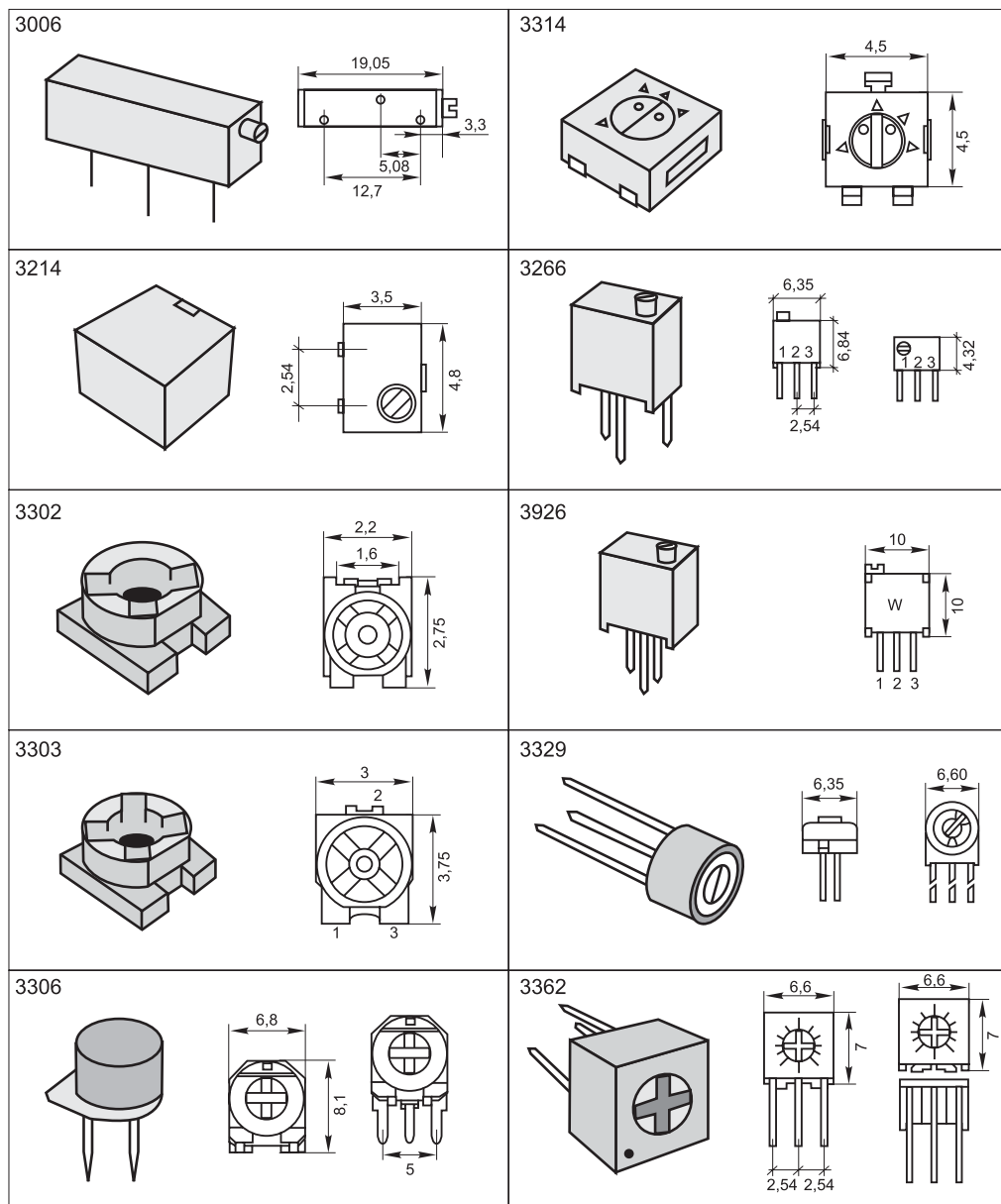


Рис. 1.5. Малогабаритные подстроечные резисторы (триммеры) BOURNS

Таблица 1.15

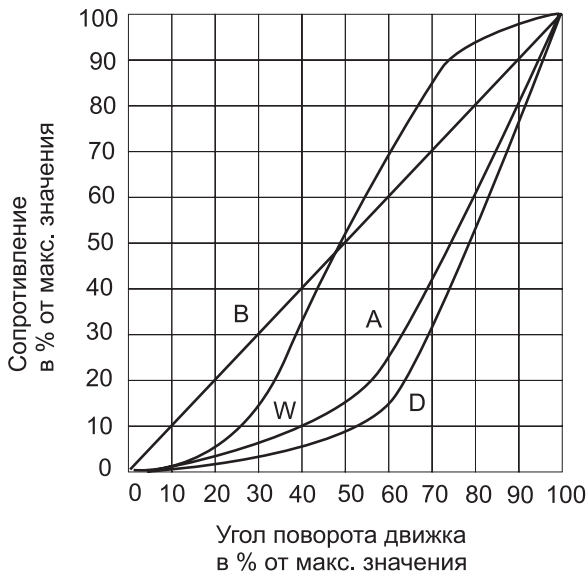
Код	Номинал	Код	Номинал
100	10 Ом	103	10 кОм
200	20 Ом	203	20 кОм
500	50 Ом	503	50 кОм
101	100 Ом	104	100 кОм
201	200 Ом	204	200 кОм
501	500 Ом	504	500 кОм
102	1 кОм	105	1 МОм
202	2 кОм	205	5 МОм
502	5 кОм	106	10 МОм

Полная маркировка переменных и подстроечных резисторов представляет собой буквенно-цифровой код:

**S16KN1 – B 2K2 – KC 15**

1      2 3      4 5

1. Серия.
2. Функциональная характеристика (рис. 1.6) — график зависимости сопротивления от поворота движка.
3. Значение сопротивления в омах ( $2K2 = 2,2 \text{ кОм}$ ).
4. Тип движка (рис. 1.7, табл. 1.16).



**Рис. 1.6.** График зависимости сопротивления от угла поворота движка переменного резистора

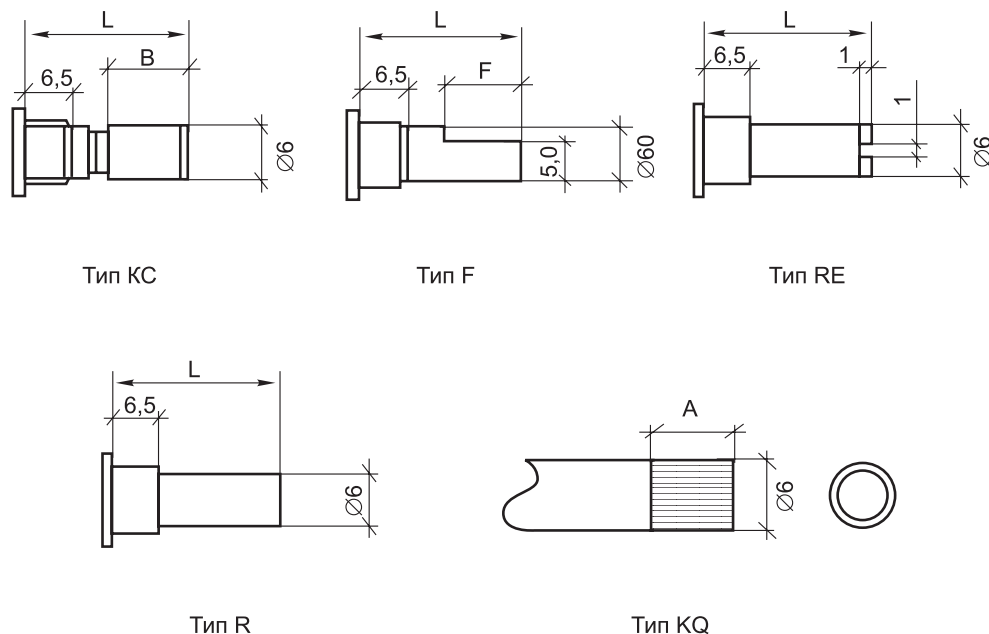


Рис. 1.7. Типы движков переменных резисторов

Таблица 1.16

Тип	Обозначение	Размеры, мм				
KC	L	15	20	25	30	35
	B	7	12	14	14	14
F	L	15	20	25	30	35
	F	8	12	12	12	12
RE	L	15	20	25	30	35
R	L	15	20	25	30	35
KQ	L	15	20	25	30	35
	A	6	7	7	7	7

5. Длина движка в мм.

Отдельно следует выделить подстроечные резисторы фирмы **Murata**, используемые в микроэлектронике. Они обозначаются по внутрифирменной системе. Маркировка состоит из кода модели — трех букв и цифры, типа — 1—2 букв и номинала, обозначенного цифровым кодом. Например, RVG3 A8-103. На рис. 1.8 приведены изображения подстроечных резисторов фирмы Murata.