

Задание. Изучить параграф 3.4 и составить конспект. Материал для конспекта начинается на этом слайде.

Материалы с высоким удельным сопротивлением (§3,4)

Дата

Эта группа проводниковых материалов имеет удельное электрическое сопротивление $\rho \geq 0,3 \text{ мкОм} \cdot \text{м}$, носит название резистивных.

Их сопротивление значительно выше сопротивления исходных элементов, из которых они получены.

Их делят на проволочные, непроволочные (пленочные) и материалы для термопар.

Проволочные резистивные М в зависимости от рабочей температуры подразделяют:

1. Сплавы с $T_{\text{раб}}$ до 500°C медные (константаны и манганины), сплавы на основе золота, серебра, палладия, платины. Используют для резисторов, потенциометров и термодатчиков.
2. Сплавы с $T_{\text{раб}}$ до 1200°C на основе железа, никеля и хрома (нихромы, фехрали, хромали). Используют для реостатов и нагревательных элементов.
3. Сплавы с $T_{\text{раб}}$ выше 1200°C на основе тугоплавких металлов (вольфрама, молибдена, титана), керамические материалы. Используют для изготовления нагревателей электрических печей.

Далее посмотрите презентацию до 21 слайда, она рассказывает об одном из самых распространенных радиоэлементов, в котором используются проволочные и пленочные резистивные М. Кратко запишите информацию со слайда 21. Далее составьте краткий конспект по § 3.4.1 описав манганин, константан, нихром, фехраль, хромаль, их состав, свойства и область применения.

Пленочные резистивные М в зависимости от исходных М подразделяют на металлопленочные, металлооксидные, углеродистые и композиционные.

Далее продолжите работать с презентацией с 22 по 25 слайд и § 3.4.2 описав четыре вида пленочных резисторов. Далее с 26 слайдом и § 3.7.2.

Материалы для термопар (§ 3.4.3) предназначены для измерения температур:

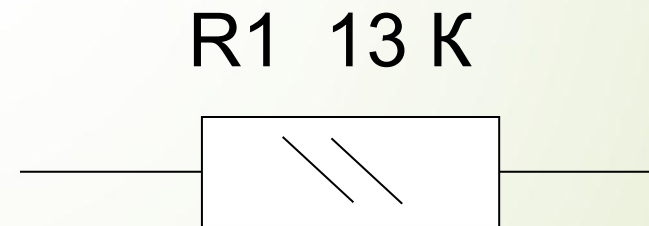
1. До 350°C медь - константан, медь - копель
2. До 600°C железо - константан, железо - копель, хромель – копель
3. До 1000°C хромель – алюмель
4. До 1600°C платинородий-платина

Резисторы





Резистор - это элемент,
предназначенный для
перераспределения и регулирования
электрической энергии между
элементами схемы.





Резисторы являются наиболее распространенными элементами радиоэлектронной аппаратуры и используются практически в каждом электронном устройстве.

Их применяют:

- **в схемах делителей напряжения;**
- **в качестве добавочных сопротивлений и шунтов в измерительных приборах;**
- **в качестве регуляторов напряжения и тока, регуляторов громкости, тембра звука и т.д.**

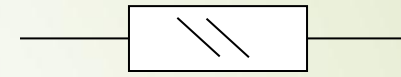
В сложных приборах количество резисторов может достигать до нескольких тысяч штук.



Классификация:

1. Постоянные

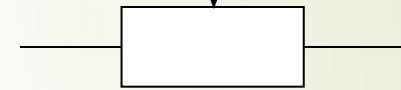
R1 5,6 K



2. Переменные:

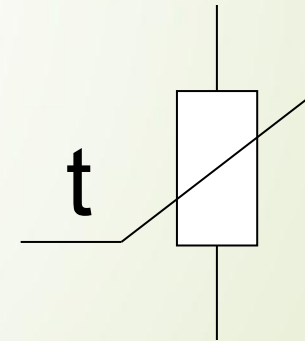
регулируемые, подстроечные

R14 100 K



1. Специальные (полупроводниковые):

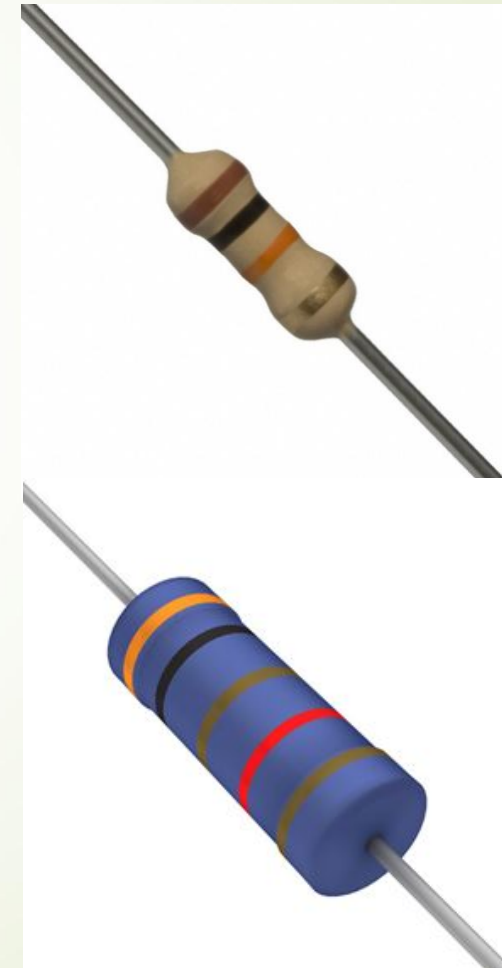
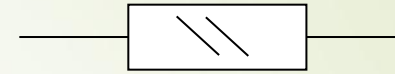
варисторы, терморезисторы, фоторезисторы



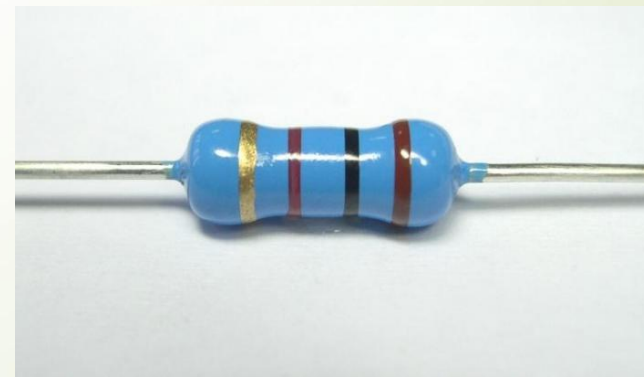
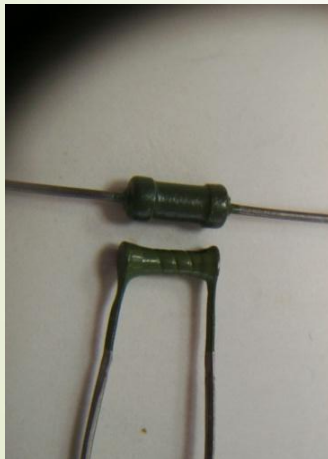
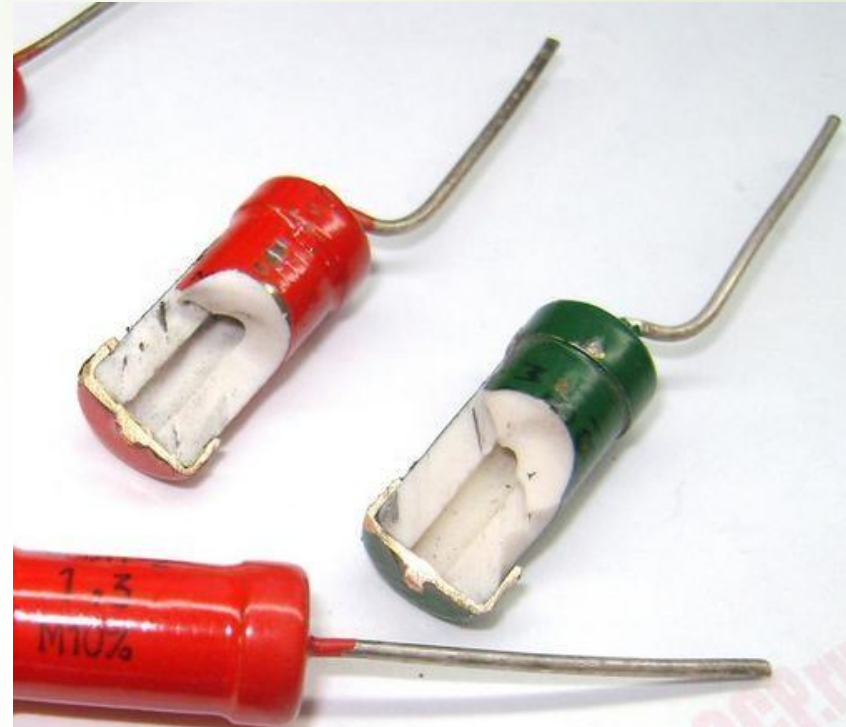
Постоянные резисторы



- общего применения,
- точные,
- прецизионные,
- высокочастотные,
- высокоомные,
- высоковольтные.



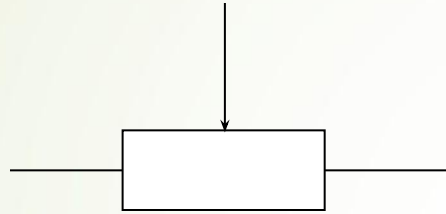
Постоянные резисторы



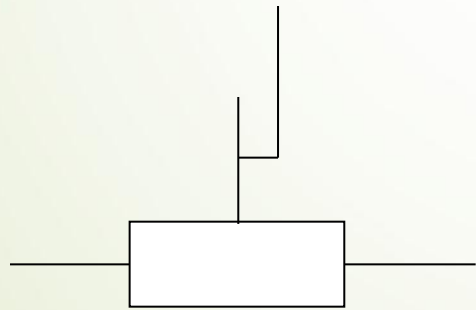
Переменные резисторы



- регулировочные

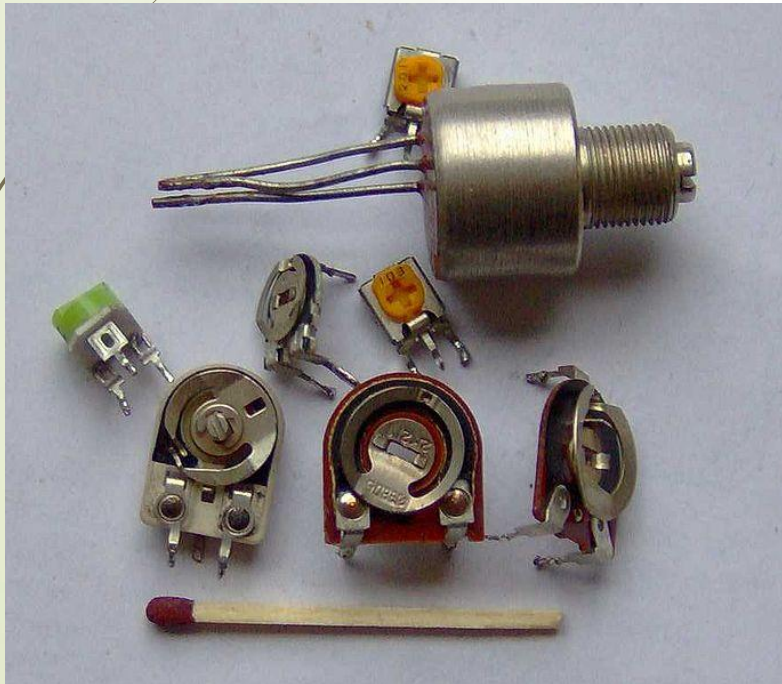


- подстроечные



Переменные резисторы

9

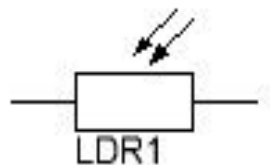
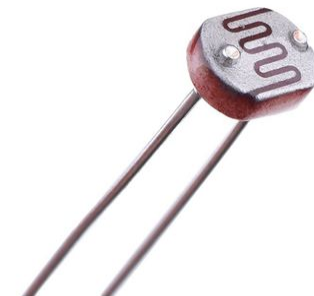
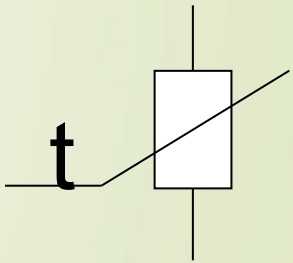
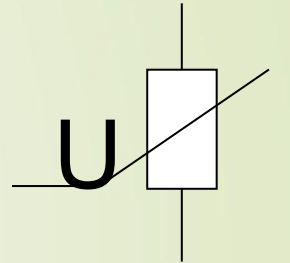


Специальные резисторы

сопротивление нелинейно зависит от внешних факторов:

- величины приложенного напряжения (варисторы)
- температуры (терморезисторы)
- освещения (фоторезисторы)

Классификация



Параметры резисторов



Параметры резисторов

Параметры резисторов

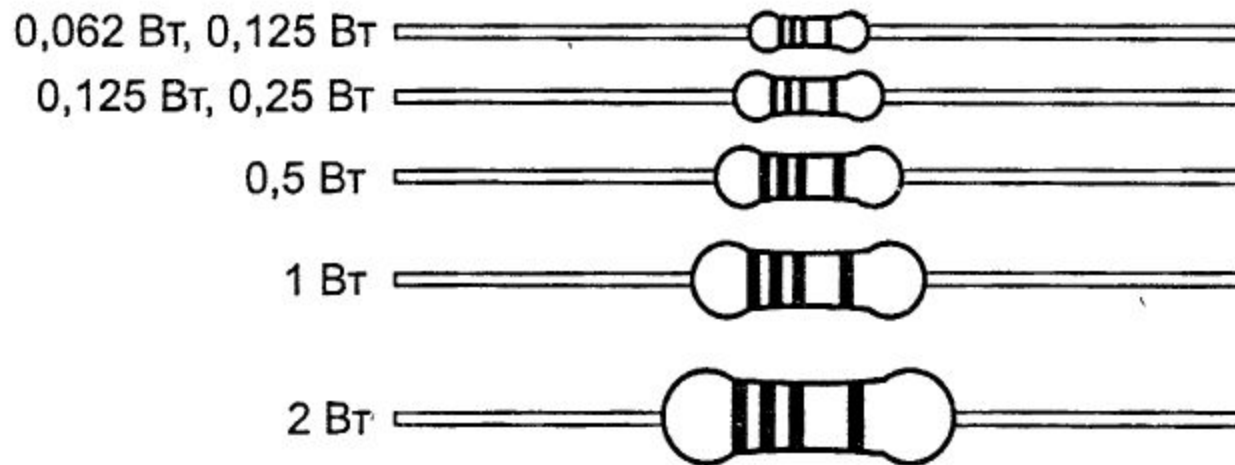
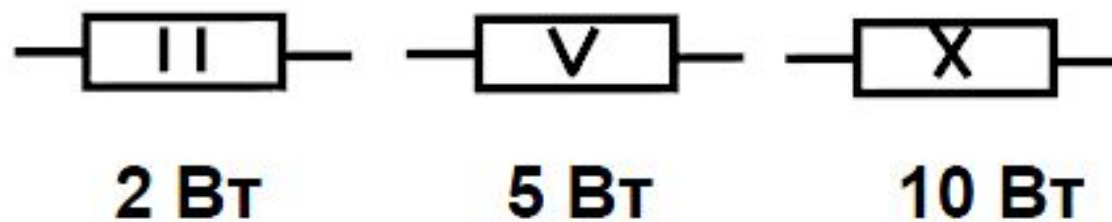
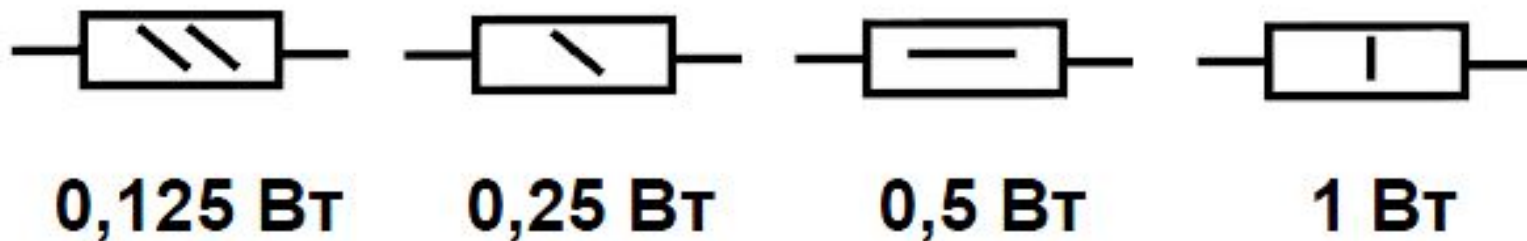


1. Номинальная мощность рассеяния P_R , Вт.

Это наибольшая допустимая мощность, которую резистор может рассеивать при заданных условиях эксплуатации в течение гарантированного срока службы (обычно 10 тыс. часов).

$P_R = I^2 R$ – мощность электрического тока, рассеиваемая резистором, Вт; I – ток через резистор, А; R – электрическое сопротивление резистора, Ом;

Обозначение номинальной мощности





Параметры резисторов

2. Сопротивление. Это величина, которая определяет способность резисторов препятствовать протеканию тока в электрической цепи. Используя эти качества резисторы применяют для регулирования тока на определенном участке цепи.

Сопротивление измеряется в омах (Ом), килоомах (кОм) и мегаомах (МОм):

Промышленностью выпускаются резисторы различных номиналов в диапазоне сопротивлений от 0,01 Ом до 1 ГОм.

Параметры резисторов





Параметры резисторов

3. Допускаемое отклонение фактического сопротивления от номинального (класс точности)

Указывается на корпусе резистора в виде буквенного кода, состоящего из одной буквы. Каждой букве присвоено определенное числовое значение допуска, пределы которого определены ГОСТ 9964-71 и приведены в таблице.

Буквенный код допуска отечественных резисторов

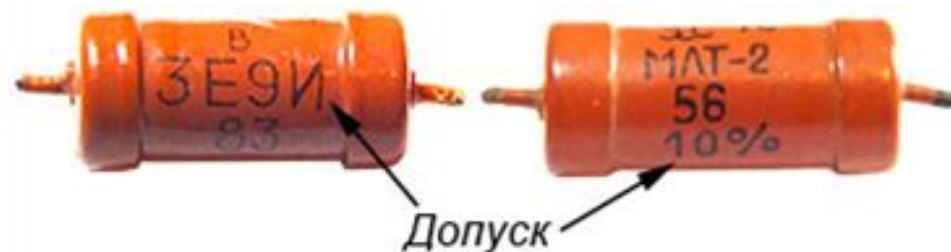
| | | | | | | | | |
|-----------|-----|-----|----|----|----|------|------|------|
| Допуск, % | ±20 | ±10 | ±5 | ±2 | ±1 | ±0,5 | ±0,2 | ±0,1 |
| Код | В | С | И | Л | Р | Д | У | Ж |

Буквенный код допуска зарубежных резисторов

| | | | | | | | | |
|-----------|-----|-----|----|----|----|------|------|------|
| Допуск, % | ±20 | ±10 | ±5 | ±2 | ±1 | ±0,5 | ±0,2 | ±0,1 |
| Код | М | К | J | G | F | D | C | B |

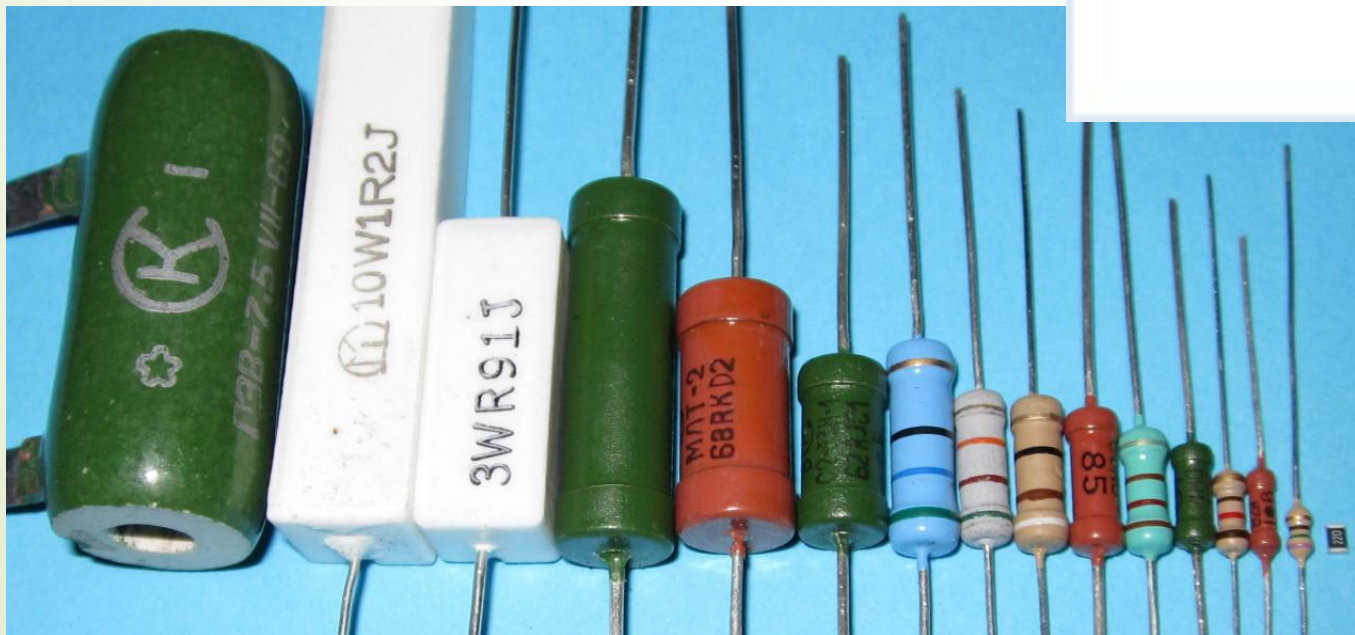
3Е9И - 3,9 Ом ±5%

56 - 56 Ом ±10%



Система обозначений

Система обозначений



Цветовая маркировка



Буквенно-цифровая маркировка



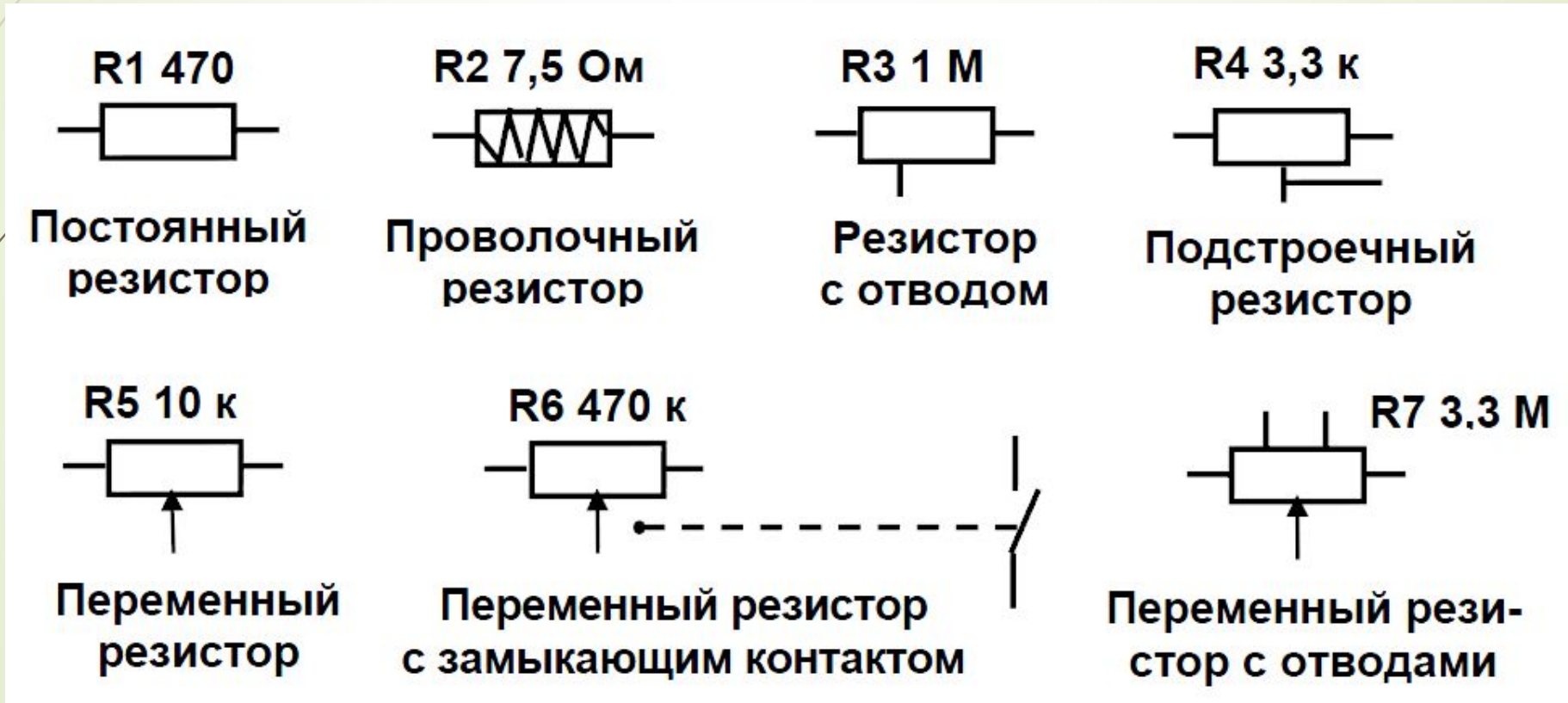
Цифровая маркировка






Система обозначений

Условно-графическое обозначение на принципиальных схемах




Цветовое кодирование миниатюрных резисторов



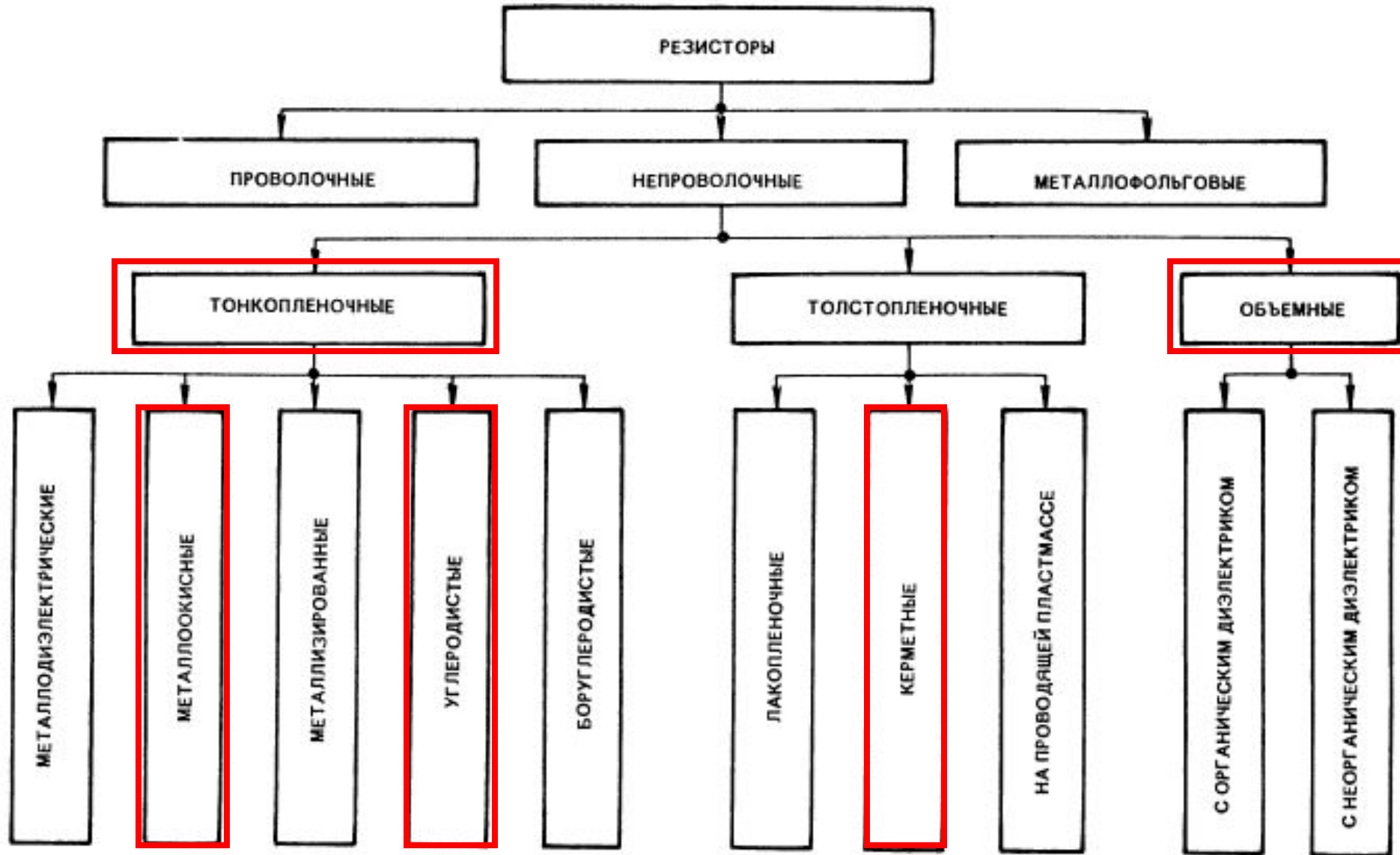
1 кольцо 2 кольцо 3 кольцо множитель допуск

| | | | | | |
|------------|---|---|---|-------------|-------------|
| черный | 0 | 0 | 0 | 1 | |
| коричневый | 1 | 1 | 1 | 10 | 1% |
| красный | 2 | 2 | 2 | 100 | 2% |
| оранжевый | 3 | 3 | 3 | 1000 | |
| желтый | 4 | 4 | 4 | 10000 | |
| зеленый | 5 | 5 | 5 | 100000 | 0,5% |
| голубой | 6 | 6 | 6 | 1000000 | 0,25% |
| фиолетовый | 7 | 7 | 7 | 10000000 | 0,1% |
| серый | 8 | 8 | 8 | 0,1% золото | 5% золото |
| белый | 9 | 9 | 9 | 0,01% сереб | 10% серебро |



sesaya.ru

Классификация по материалу резиста



РЕЗИСТОРЫ ПРОВОЛОЧНЫЕ



Проводящим элементом резисторов служит проволока, намотанная на керамическое основание.

Резисторы выпускаются следующих типов:

- ПТМН - многослойные нихромовые малогабаритные;
- ПТМК - многослойные константановые малогабаритные
- ПТ - проволочные точные;
- ПЭ - эмалированные трубчатые невлагостойкие
- ПЭВ - эмалированные трубчатые влагостойкие;
- ПЭВР - эмалированные трубчатые влагостойкие регулируемые;
- ПЭВТ - термостойкие влагостойкие (тропические);

Все проволочные резисторы рекомендуется использовать в цепях постоянного и переменного тока с частотой не выше 50 Гц.



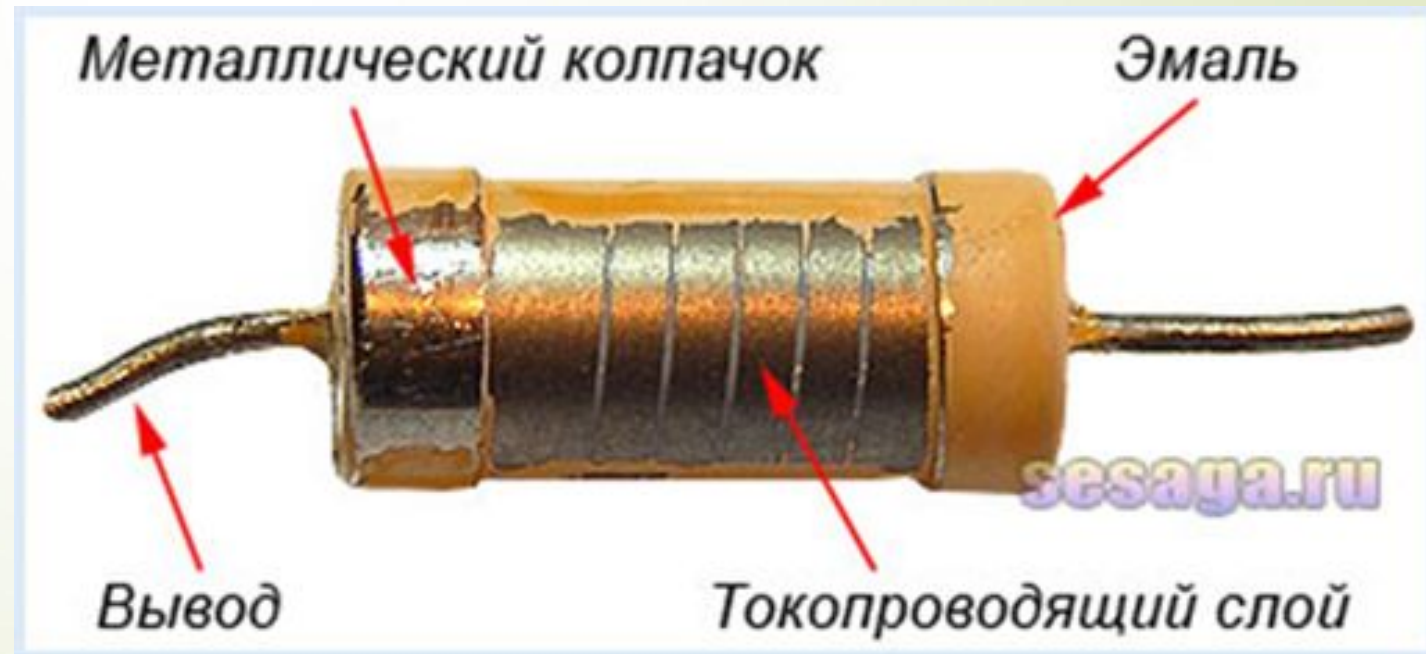


РЕЗИСТОРЫ ПЛЕНОЧНЫЕ

Резистивный элемент выполнен в виде проводящей пленки, нанесенной на основание из керамики, стекла, слоистых пластиков и др. Выделяют тонкие пленки 0,1-10 мкм и толстые пленки.

Резистивный элемент бывает металлопленочный, металлооксидный, углеродистый и композиционный.

Непроволочные (пленочные) резисторы используются для работы в электрических цепях постоянного и переменного тока, в которых протекают небольшие токи нагрузки.



РЕЗИСТОРЫ МЕТАЛЛОПЛЕНОЧНЫЕ И МЕТАЛЛООКСИДНЫЕ



Проводящим элементом у резисторов этого вида является пленка сплава (тантал, титан, хром, никель, палладий и сплавы на их основе) или окиси металла. Они имеют малый уровень шумов (не более 5мкВ/В), хорошую частотную характеристику, стойки к температурным изменениям. Температурный коэффициент $TК_p$ у этих резисторов может быть как положительным, так и отрицательным. Вот их основные типы:

- МЛТ - металлопленочные лакированные теплостойкие;
- ОМЛТ - повышенной надежности; МТ - металлопленочные теплостойкие;
- МУН - металлопленочные ультравысокочастотные незащищенные;
- МГП - металлопленочные герметизированные прецизионные;
- МОУ - металлопленочные ультравысокочастотные;
- МОН - металлоокисные низкоомные (дополняют шкалу номиналов резисторов МЛТ);
- С2-6 - металлоокисные;
- С2-7Е - металлоокисные низкоомные (дополняют шкалу номиналов резисторов МТ).



РЕЗИСТОРЫ УГЛЕРОДИСТЫЕ

В углеродистых резисторах проводящим слоем является пленка из графита, сажи, пиролитического углерода. Эти резисторы имеют высокую стабильность параметров, небольшой отрицательный температурный коэффициент $TК_p$, они стойки к импульсным нагрузкам.

Резисторы выпускаются нескольких типов, названия которых расшифровываются следующим образом. **Типы резисторов:**

- ВС - высокой стабильности;
- ОВС - повышенной надежности,
- ВСЕ - с осевыми выводами;
- УЛМ - углеродистые лакированные малогабаритные;
- УЛС - углеродистые лакированные специальные;
- УЛИ - углеродистые лакированные измерительные;
- УНУ - углеродистые незащищенные ультравысокочастотные стержневые;
- УНУ-Ш - углеродистые незащищенные ультравысокочастотные шайбовые;
- ИВС - импульсные высокостабильные.

РЕЗИСТОРЫ КОМПОЗИЦИОННЫЕ



Токопроводящие композиционные материалы – это смеси мелкодисперсных порошков металлов и соединений с органической и неорганической связкой.

Токопроводящий слой композиционных резисторов представляет собой смесь порошков металлов (серебра, палладия, золота, родия) или оксиды серебра, палладия, карбид кремня, вольфрама.

с органической связкой (эпоксидная, глифталевая, кремнийорганическая смолы), $T_{\text{раб}} < 150^{\circ}\text{C}$ или неорганической связкой (полимеры, порошкообразные стекла, эмали) $T_{\text{раб}} \text{ до } 350^{\circ}\text{C}$. Такие соединения позволяют получить проводящие элементы любой формы в виде массивного тела или пленки, имеют большое ρ , слабо зависят от T , сравнительно простая технология изготовления. Резисторы обладают высокой надежностью.

К недостаткам композиционных резисторов относятся зависимость сопротивления от приложенного напряжения, заметное старение, относительно высокий уровень собственных шумов, а также зависимость сопротивления от частоты. Типы резисторов:

КОМПОЗИЦИОННЫЕ ОБЪЕМНЫЕ

- ТВО - теплостойкие, влагостойкие, объемные с неорганической связкой;
- КОИ - с органической связкой;

КОМПОЗИЦИОННЫЕ ПЛЕНОЧНЫЕ

- КИМ - композиционные изолированные для малогабаритной аппаратуры;
- КПМ - композиционные лакированные малогабаритные;
- КВМ - композиционные вакуумные (в стеклянном баллоне).



Композиция Кермет

Кермет — это композиция в виде порошка. В состав входит оксид кремния и до 90% порошка хрома (вместо хрома могут включаться серебро и палладий в соотношении 5:4).

Керметы сочетают свойства керамик (высокие твердость и сопротивление износу, тугоплавкость, жаропрочность) и металлов (электропроводность, теплопроводность, пластичность.)

Композиционные материалы типа кермета получили название металлоглазуревых. Пасту наносят на подложку, подвергают термообработке при 1100°C и получают толстопленочный слой толщиной 20-25 мкм.

Эти пасты должны обладать определенной текучестью, чтобы не исказить рисунок схемы. Тиксотрипность – способность пасты под действием механических нагрузок растекаться. После снятия давления затвердевать, сохраняя рисунок.

Пасты могут быть проводящие (на основе серебра и золота) и резистивные (на основе оксида таллия, индия, олова, кадмия)