

Компоненты электронной техники

Объем дисциплины:

- 16 лекций
- 8 лабораторных работ

Форма итогового контроля - Зачет

Литература

- Гусев В.Г., Гусев Ю.М. Электроника, 1991 г.
- Покровский Ф.Н. Материалы и компоненты радиоэлектронных средств, 2005 г.
- Петров К.С. Радиоматериалы, радиокомпоненты и электроника, 2003 г.
- Лаврентьев Б.Ф. Схемотехника электронных средств, 2010 г. (ЭБС)

Электронные компоненты

- Пассивные компоненты – элементы электрических цепей, обеспечивающие заданные режимы работы электрических цепей без функции усиления, преобразования, генерирования.

резисторы, конденсаторы, дроссели, переключатели, реле, предохранители и т.д.

- Активные компоненты – элементы электрических цепей, предназначенные для генерирования, усиления и преобразования сигналов.

все электронные приборы: диоды, транзисторы, электровакуумные лампы, микросхемы и т.д.

I. Пассивные компоненты

Резисторы

- - элементы электрической цепи, предназначенные для ограничения силы тока и регулировки (перераспределения) напряжения на участках цепи за счет резистивных свойств материалов.

- УГО 

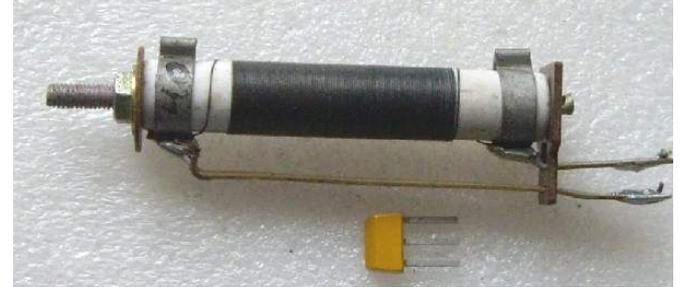
Классификация резисторов

1. По назначению

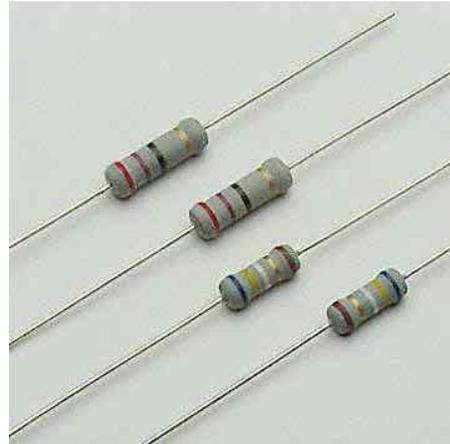
- Общего назначения;
- Прецизионные;
- Высокочастотные;
- Высоковольтные;
- Высокомегаомные;
- Терморезисторы;
- Магниторезисторы;
- Варисторы;
- Фоторезисторы

2. По способу защиты от внешних воздействий

- Неизолированные - не имеют внешнего изоляционного покрытия;



- Изолированные – имеют покрытия (лак, компаунд);



- Герметизированные – имеют герметичную защиту от воздействия окружающей среды;



- Вакуумные – резистивный элемент помещен в вакуумную колбу;

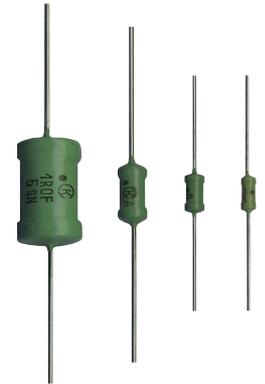
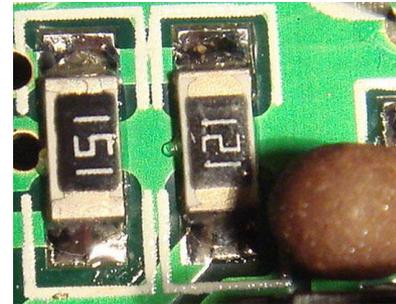


3. По способу монтажа

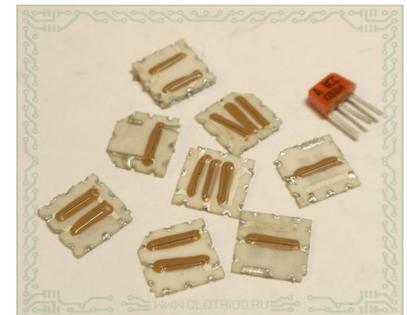
- Для навесного монтажа



- Для печатного монтажа



- Для микросхем и микромодулей

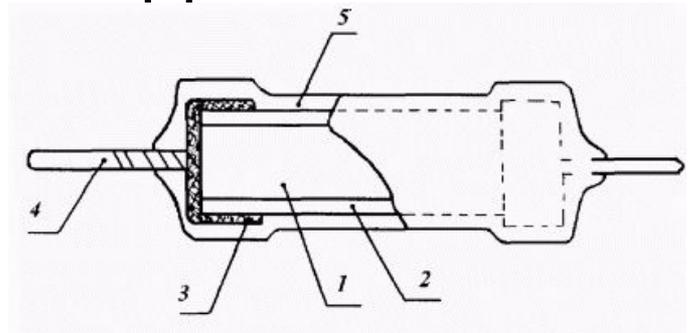


4. По материалу резистивного элемента

- Проволочные – резистивный материал в виде проволоки



- Непроволочные (пленочные) – резистивный материал в виде напыленной пленки



- Металлофольговые – резистивный материал в виде фольги на изолированном основании

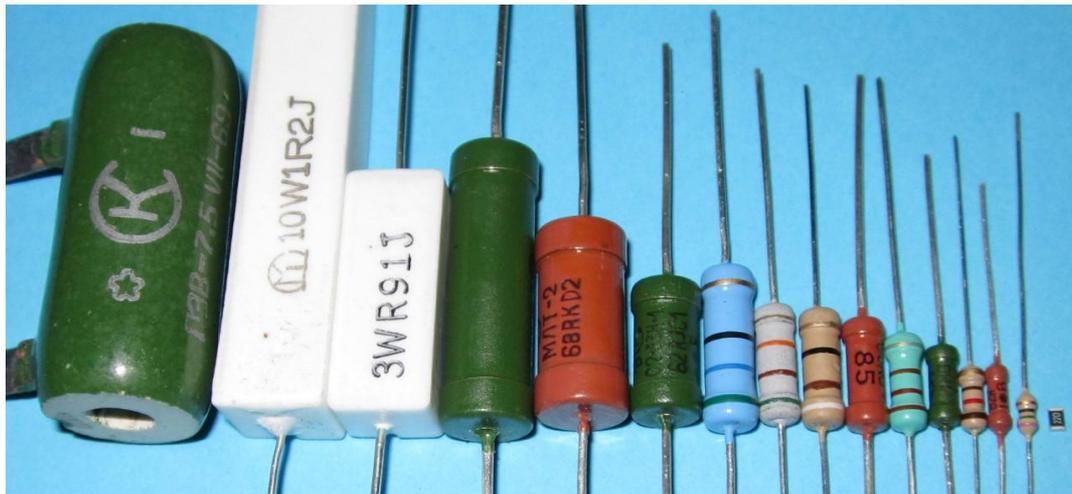


- Полупроводниковые – резистивный материал в виде полупроводника без р-n перехода.



5. По характеру изменения сопротивления

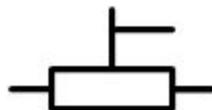
- Постоянные – не имеют механизмов для принудительного изменения сопротивления.



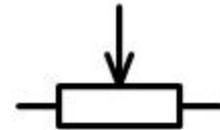
- Переменные – имеют механизмы для принудительного изменения сопротивления между отдельными выводами (*бывают подстроечными и регулировочными*)



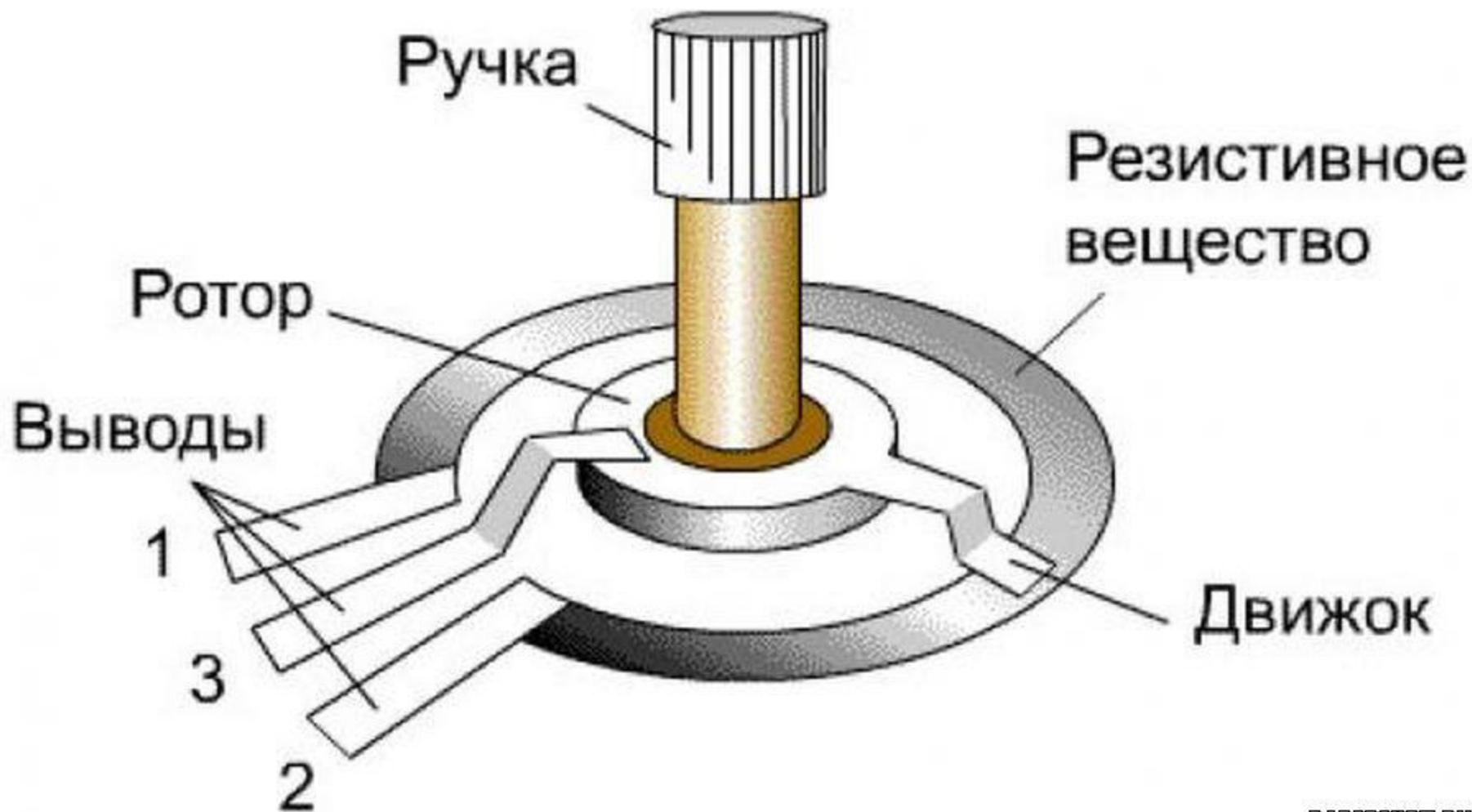
подстроечные



регулируемые



Устройство обратного переменного резистора



Устройство ползункового переменного резистора



Параметры резисторов

Общие параметры

1. Номинальное сопротивление

R_n

- значение сопротивления, которое должен иметь резистор в соответствии с нормативной технической документацией (ГОСТ, ТУ).

Определяет силу проходящего через резистор тока при заданной разности потенциалов на его выводах.

Указывается на корпусе резистора или кодируется цветом

Стандартная шкала сопротивлений по ГОСТ 2884-90

Ряд	Числовые коэффициенты
E3	1,0 2,2 4,7
E6	1,0; 1,5; 2,2; 3,3; 4,7; 6,8.
E12	1,0; 1,2; 1,5; 1,8; 2,2; 2,7; 3,3; 3,9; 4,7; 5,6; 6,8; 8,2.
E24	1,0; 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.

* Для прецизионных резисторов существуют ряды от E48 до E192

2. Допуск

- выраженное в процентах допустимое отклонение от номинальной величины сопротивления.

Таблица допустимых отклонений резисторов и их кодирование

Откл-е, +/-%	Кодировка РУССК. / ЛАТ.	Откл-е, +/-%	Кодировка Лат.
0,1	Ж/В	0,001	E
0,25	У/С	0,002	L
0,5	Д/Д	0,005	R
1,0	Р/Ф	0,01	P
2,0	Л/Г	0,02	U
5,0	И/Ж(И)	0,05	X
10,0	С/К		
20,0	В/М		
30,0	Ф/Н		

3. Номинальная мощность рассеивания P_n

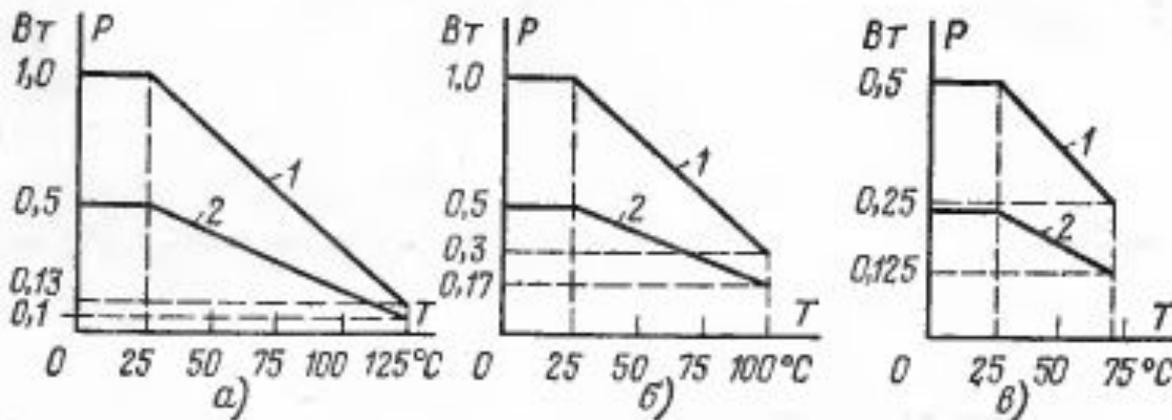
- Наибольшая мощность, которую резистор может рассеивать в заданных условиях в течение гарантийного срока службы. Зависит от конструкции резисторов, от физических свойств материалов, от температуры окружающей среды. Указывается на корпусе.

Ряд стандартных мощностей рассеивания (Вт)

- 0.01; 0.025; 0.05; 0.062; 0.125; 0.25; 0.5;
1; 2; 3; 4; 5; 8; 10; 16; 25; 40; 63; 80; 100;
250; 500.



При повышении температуры окружающей среды свыше номинальной, нагрузку резистора следует уменьшать. Эти данные часто указываются в справочниках в виде графиков допустимых нагрузок



4. Предельное рабочее напряжение U_p

- напряжение на резисторе при котором рассеиваемая мощность не превышает допустимой($U \leq \sqrt{P_n \cdot R_n}$), а также не происходит пробоя резистора.

5. Температурный коэффициент сопротивления (ТКС)

- относительное изменение сопротивления резистора при изменении его температуры на 1°С

$$TKC = \frac{\Delta R}{R\Delta t^{\circ}} \left[\frac{1}{K} \right]$$

Типичные значения ТКС для различных типов резисторов

Типы резисторов	Значения ТКС, K^{-1}
Композиционные объемные СПО	$(-20 \div +6) \cdot 10^{-4}$
Композиционные лакопленочные СП	$\pm(10 \div 25) \cdot 10^{-4}$
Проволочные общего применения	$(-5 \div +10) \cdot 10^{-4}$
Проволочные точные и прецизионные	$\pm(0,15 \div 1,5) \cdot 10^{-4}$

Для резисторов обычно приводится ТКС для определенного интервала рабочих температур. В зависимости от типа резистора ТКС может быть положительным и отрицательным.

6. Уровень шумов D

- отношение среднеквадратичного значения э.д.с. шумов резистора $E_{ш}$ к постоянному напряжению U_0 , приложенному к резистору (измеряется в мкВ на 1В приложенного напряжения).

$$D = \frac{E_{ш}}{U_0}$$

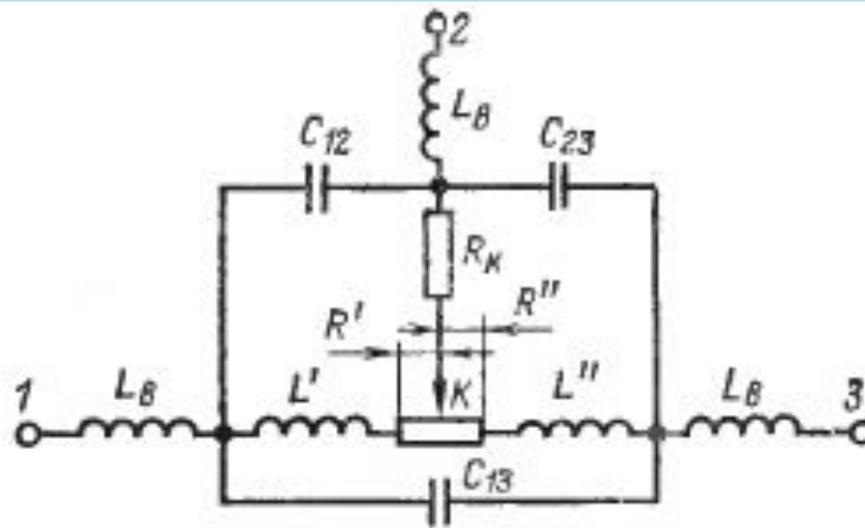
Для непроволочных резисторов, к которым не приложено напряжение, а также проволочных резисторов при температуре 20°C, уровень собственных шумов определяется по формуле:

$$E_{\text{ш}} = 0,125\sqrt{R\Delta F} \quad \text{мкВ},$$

где ΔF — полоса рабочих частот, кГц; R — номинальное значение сопротивления резистора, кОм.

Частотные свойства резисторов определяются номинальным сопротивлением и распределенными реактивными (паразитными) параметрами (индуктивностью и емкостью). Активное сопротивление резистора на переменном токе зависит от его номинального сопротивления, его емкости и индуктивности.

Эквивалентная схема переменного резистора для переменного тока



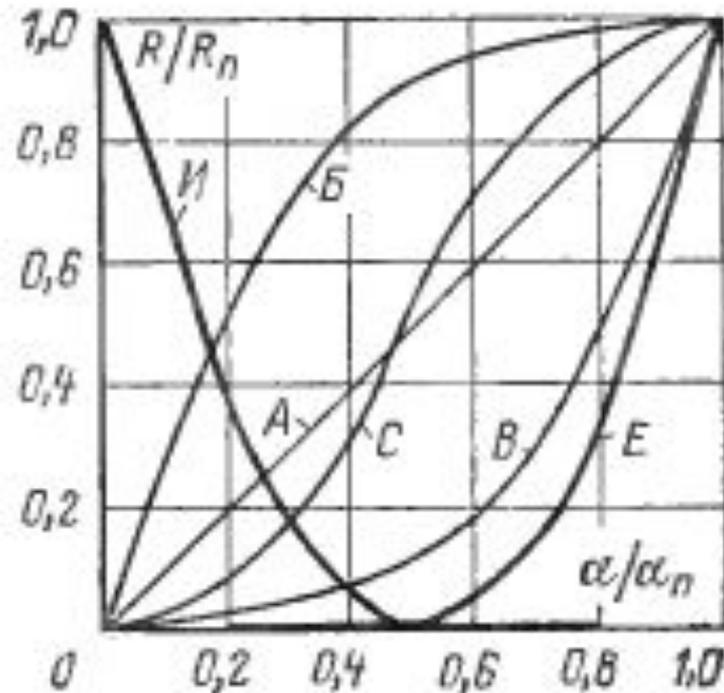
- Дополнительные параметры, используемые для отдельных типов резисторов.

Дополнительные параметры переменных резисторов

Вид функциональной зависимости.

Функциональная зависимость - зависимость сопротивления резистора от перемещения (угла поворота) подвижной системы.

Основные виды функциональных зависимостей



- А – линейная, Б – логарифмическая, В – обратнологарифмическая, С – S-образная, тип Е, тип И

Дополнительные параметры терморезисторов

- Коэффициент температурной чувствительности B (постоянная B) – определяет характер температурной зависимости данного типа терморезистора. Единица измерения [К]

$$B = \frac{T_1 \cdot T_2}{T_2 - T_1} \ln \frac{R_1}{R_2}, R_1, R_2 - \text{сопротивления при } T_1 \text{ и } T_2$$

$$R = R_0 \cdot e^{(B/T)}$$

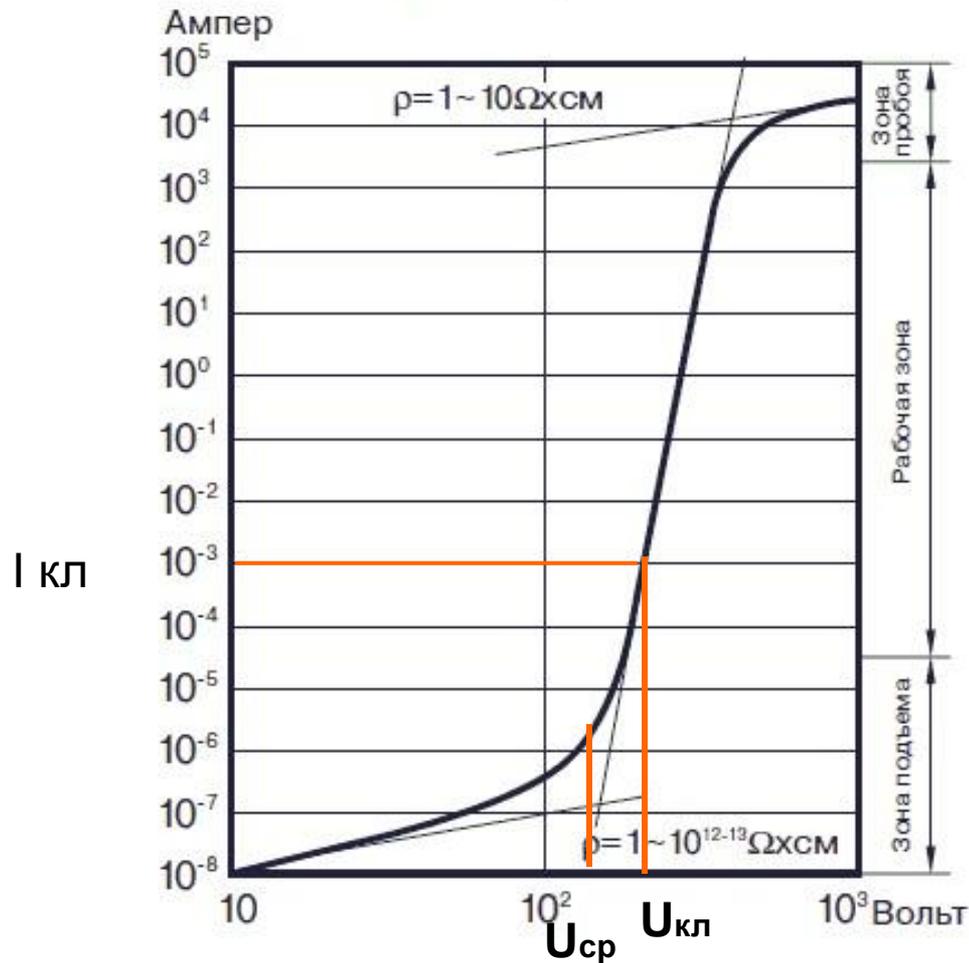
$$TKC = -\frac{B}{T^2}$$

- Постоянная времени τ [с] – время, в течение которого температура терморезистора изменяется на 63% при перенесении его из воздушной среды с температурой 0 С в воздушную среду с температурой 100 С.

Дополнительные параметры для варисторов

- Классификационный ток – ток, при котором определяются параметры варистора (соответствует рабочей ветке ВАХ, когда варистор открыт) (обычно 0,1 или 1 мА)
- Классификационное напряжение – напряжение на варисторе, соответствующее классификационному току.
- Напряжение срабатывания – напряжение при котором варистор открывается, т.е. находится в рабочей зоне.

ВАХ варистора (положительная ветвь)



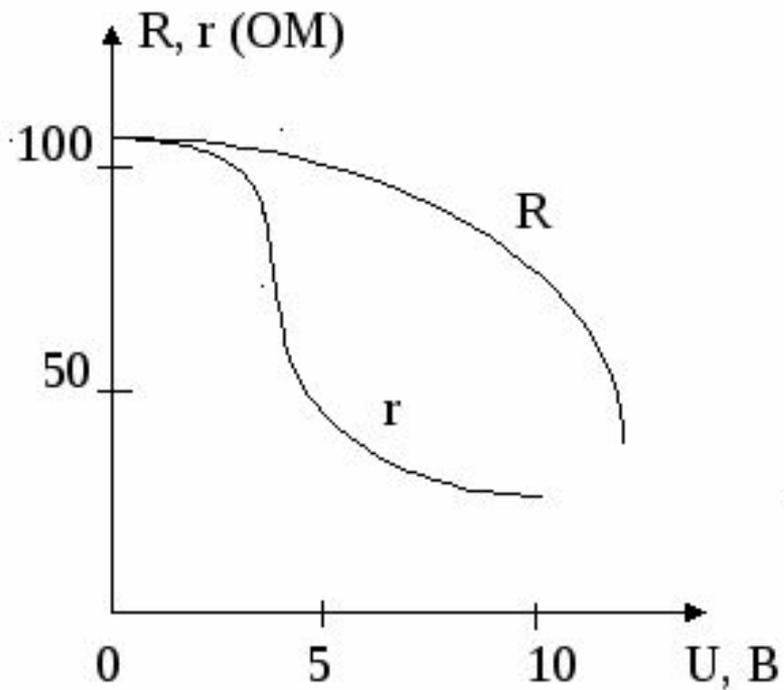
- Коэффициент нелинейности β при $U_{\text{кл}}$.

$$\beta = \frac{R}{r}$$

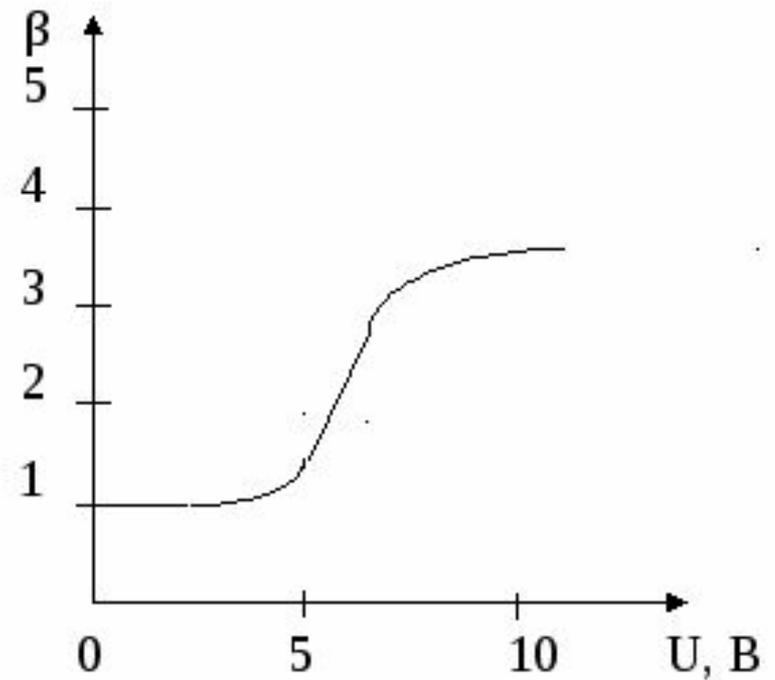
$$R = \frac{U}{I} - \text{статическое сопротивление}$$

$$r = \frac{\Delta U}{\Delta I} - \text{динамическое сопротивление}$$

Дополнительные характеристики варисторов



а



б

Дополнительные параметры для фоторезисторов

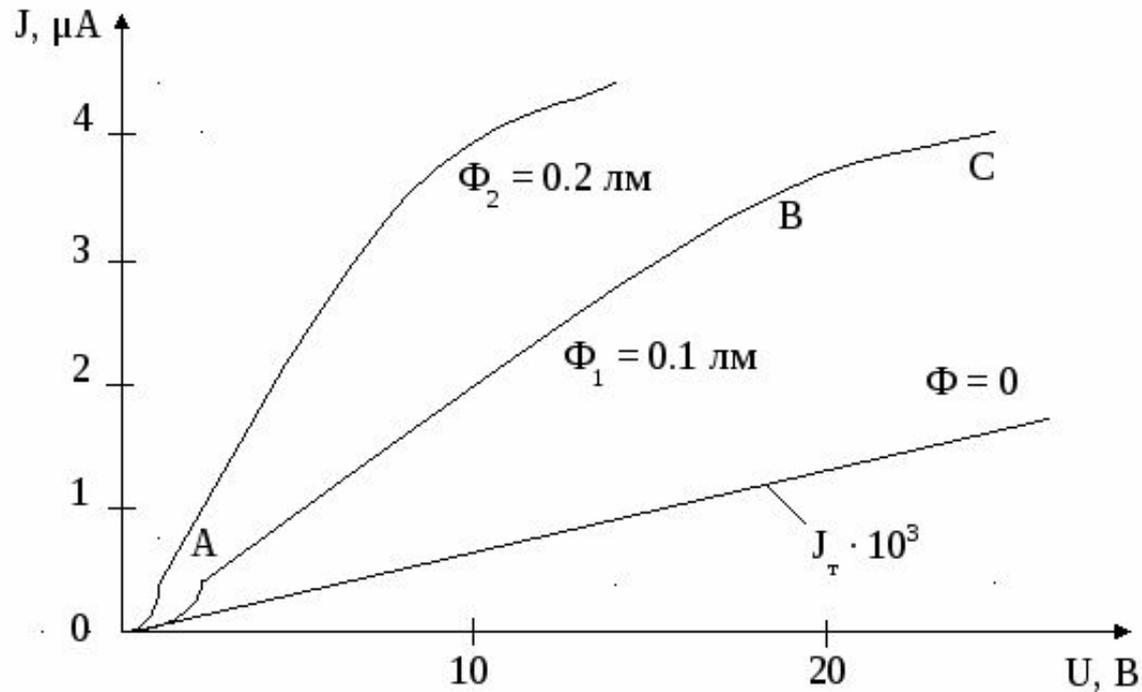
- Темновое сопротивление R_t – сопротивление при отсутствии светового потока.
- Темновой ток I_t – ток через затемненный резистор при напряжении 1 В.
- Кратность изменения сопротивления $R_t/R_{\text{светл.}}$ (измеряется на линейном участке световой характеристики)

- Температурный коэффициент фототока (С ростом температуры фототок уменьшается в основном из-за уменьшения времени жизни носителей)

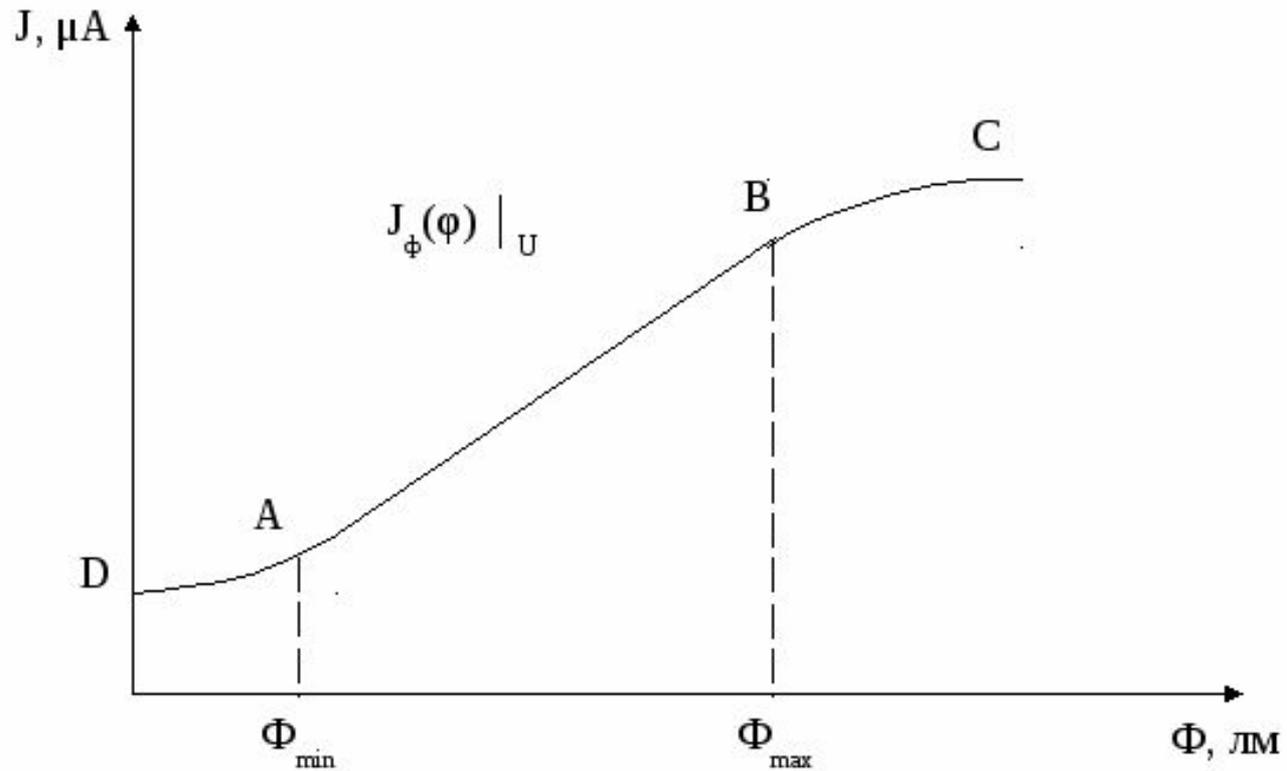
$$TK\Phi = \frac{1}{I} \cdot \frac{\Delta I}{\Delta t^{\circ}} \cdot 100\%$$

Характеристики фоторезисторов

- Вольт-амперная при постоянном световом потоке

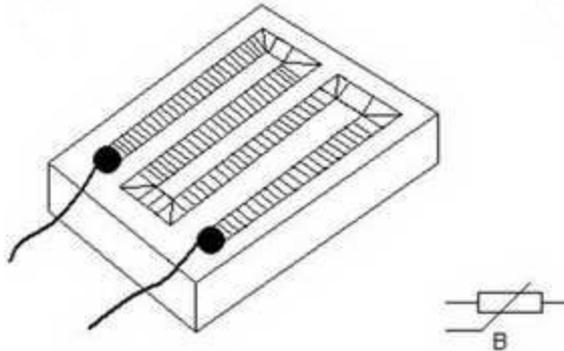


- Световая характеристика при $U = \text{const}$

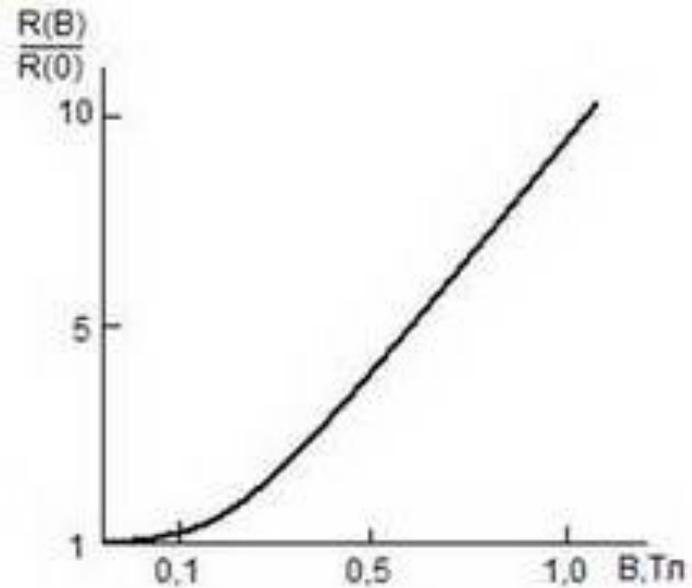


Параметры магниторезисторов

- Магниторезистивное отношение R_B/R_0 - отношение сопротивления резистора при воздействии поля определенной величины (обычно 0,5 Тл или 1 Тл) к сопротивлению в нулевом поле.



- Основная характеристика магниторезистора



Задание

- Рассмотреть буквенно-цифровые системы маркировки резисторов
- Определить параметры резистора по обозначениям на его корпусе (индивидуально).