**Практическая работа № 1**

Количество часов, отводимых на выполнение практической работы 4

**1Тема:** Определение параметров резисторов.

**2Цель:** Сформировать практические навыки по определению основных параметров резисторов

**3Перечень учебных материалов, технических средств, оборудования**

-листы бумаги формата А4

-справочники по радиоэлектронным элементам

-карточки заданий с различными типами резисторов

-набор резисторов с различными параметрами (номинальное сопротивление, мощность рассеивания) - 5 штук: МЛТ-1; МЛТ-2; МЛТ-0,5; МЛТ-0,25;

МЛТ-0,125

**4Общие теоретические сведения**

## Классификация резисторов.

Резистором называется пассивный элемент РЭА, предна­значенный для создания в электрической цепи требуемой величины сопротивления, обеспечивающей перераспределение и регулирование электрической энергии между элементами схемы.

Выпускаемые отечественной промышленностью резисторы классифицируются по различным признакам. В зависимости от характер, а изменения сопротивления резисторы разделяют на постоянные — значение сопротивления фиксировано; пере­менные — с изменяющимся значением сопротивления.

В зависимости от назначения резисторы делятся на об­щего назначения и специальные (прецизионные, сверхпре­цизионные, высокочастотные, высоковольтные, высокоме-гаомные).

Резисторы общего назначения используются в качестве нагрузок активных элементов, поглотителей, делителей в це­пях питания, элементов фильтров, шунтов, в *RC* — цепях формирования импульсных сигналов и т.д. Диапазон номинальных сопротивлений этих резисторов 1 Ом...10 МОм, номи­нальные мощности рассеяния — 0,125... 100 Вт. Допускаемые отклонения сопротивления от номинального значения ±1; ±2; ±5; ±10; ±20 %. Примерами резисторов общего назначения служат [С2-33](http://www.reom.ru/itemInfo.php?itemId=357), [Р1-12](http://www.reom.ru/itemInfo.php?itemId=155) и др..

Прецизионные и сверхпрецизионные резисторы отличают­ся высокой стабильностью параметров и высокой точностью изготовления (допуск ±0,0005...0,5 %). Данные резисторы применяются в основном в измерительных приборах, систе­мах автоматики. Диапазон этих резисторов значительно шире, чем резисторов общего назначения. Примерами  служат резисторы [Р1-72](http://www.reom.ru/itemInfo.php?itemId=287), [Р2-67](http://www.reom.ru/itemInfo.php?itemId=295), [С2-10](http://www.reom.ru/itemInfo.php?itemId=300), [С2-29](http://www.reom.ru/itemInfo.php?itemId=568), [С2-36](http://www.reom.ru/itemInfo.php?itemId=318), [Р1-16](http://www.reom.ru/itemInfo.php?itemId=224), [Р1-8](http://www.reom.ru/itemInfo.php?itemId=223) и др.

Высокочастотные резисторы отличаются малыми собствен­ными индуктивностью и емкостью и предназначены для рабо­ты в высокочастотных цепях, кабелях и волноводах. Примерами служат резисторы [Р1-69](http://www.reom.ru/itemInfo.php?itemId=248),

Высоковольтные резисторы рассчитаны на работу при больших (от единиц до десятков киловольт) напряжениях. Примерами высоковольтных резисторов служат [Р1-32](http://www.reom.ru/itemInfo.php?itemId=239), [Р1-35](http://www.reom.ru/itemInfo.php?itemId=244), [С2-33НВ](http://www.reom.ru/itemInfo.php?itemId=275) и др.

Высокомегаомные резисторы имеют диапазон номиналь­ных сопротивлений от десятков мегаом до единиц тераом. Высокомегаомные резисторы применяются в цепях с рабо­чим напряжением до 400 В и обычно работают в режиме малых токов. Мощности рассеяния их невелики (до 0,5 Вт). Примером служит резистор [Р1-33](http://www.reom.ru/itemInfo.php?itemId=325).

В зависимости от способа защиты от внешних факторов резисторы делятся на неизолированные, изолированные, гер­метизированные и вакуумные.

Неизолированные резисторы с покрытием или без него не допускают касания своим корпусом шасси аппаратуры. Пример: [Р1-69](http://www.reom.ru/itemInfo.php?itemId=248).

Изолированные резисторы имеют изоляционное покрытие (лак, компаунд, пластмасса) и допускают касание корпусом шасси и токоведущих частей радиоэлектронной аппаратуры (РЭА). Примеры: [С5-35В](http://www.reom.ru/itemInfo.php?itemId=180), [С5-36В](http://www.reom.ru/itemInfo.php?itemId=189), [С5-37В](http://www.reom.ru/itemInfo.php?itemId=194), [С5-43В](http://www.reom.ru/itemInfo.php?itemId=227), [С5-47В](http://www.reom.ru/itemInfo.php?itemId=233) и др.

Герметизированные резисторы имеют герметичную кон­струкцию корпуса, которая исключает влияние окружающей среды на его внутреннее пространство. Герметизация осу­ществляется, с помощью опрессовки специальным компаун­дом.

Вакуумные резисторы имеют резистивный элемент, поме­щенный в стеклянную вакуумную колбу.

По способу монтажа резисторы подразделяются на резисторы для навесного и печатного монтажа, для микромо­дулей и интегральных микросхем.

По материалу резистивного элемента резисторы делятся на проволочные, непроволочные, металлофольговые.

Проволочные — резисторы, в которых резистивным эле­ментом является высокоомная проволока (изготавливается из высокоомных сплавов: константан, нихром, никелин).

Непроволочные — резисторы, в которых резистивным эле­ментом являются пленки или объемные композиции с вы­соким удельным сопротивлением.

Металлофольговые — резисторы, в которых резистивным элементом является фольга определенной конфигурации.

Непроволочные резисторы можно разделить на тонкопле­ночные (толщина слоя в нанометрах), толстопленочные (тол­щина в долях миллиметра), объемные (толщина в единицах миллиметра). Примеры: С2-23, С2-33, С2-14, Р1-32, Р1-35, Р1-12 и др.

Тонкопленочные резисторы подразделяются на металло-диэлектрические, металлоокисные и металлизированные с резистивным элементом в виде микрокомпозиционного слоя из диэлектрика и металла, или тонкой пленки окиси металла, или сплава металла; углеродистые и бороуглеродистые, про­водящий элемент которых представляет собой пленку пиролитического углерода или борорганических соединений. К толстопленочным относят лакосажевые, керметные и резисторы на основе проводящих пластмасс. Проводящие резистивные слои толстопленочных и объемных резисторов представляют собой гетерогенную систему (композицию) из нескольких фаз, получаемую механическим смешением проводящего компонента, например графита или сажи, металла или окисла металла, с органическими или неорганическими наполнителями, пластификаторами или отвердителем. После термообработки образуется монолитный слой с необходимым комплексом параметров. Примеры: С2-33, Р1-72, С2-10, С2-36, Р1-8 и др.

В объемных резисторах в качестве связующего компонента используют органические смолы или стеклоэмали. Про­водящим компонентом является углерод.

В резистивных керметных слоях основным проводящим компонентом являются металлические порошки и их смеси, представляющие собой керамическую основу с равномерно распределенными частицами металла.

**Основные параметры резисторов.**

1. Номинальная мощность рассеивания *P*ном  - мощность, которую резистор может рассеивать при непрерывной нагрузке, номинальных давлений и температуре. В радиоэлектронной аппаратуре чаще всего используя непроволочные резисторы с номинальными мощностями 0,125; 0.25; 0.5; 1 и 2 Вт. Мощность резистора определяется по формуле *P=U2/R,* где *U* – напряжение на резисторе, B; *R* – сопротивление резистора, Ом.
2. Максимальное напряжение *U*max – наибольшее напряжение (постоянное или действующее переменное), которое может быть приложено к токоотводам резистора с сопротивлением *R*ном>*U2max/Pном..*
3. Температурный коэффициент сопротивления (ТКС) характеризует относительное изменение сопротивления при изменении температуры на

1 оС. Если сопротивление резистора при повышении температуры возрастает, а при понижении уменьшается, то ТКС положительный, если же с повышением (уменьшением) температуры сопротивление снижается (увеличивается) – ТКС отрицательный. Температурный коэффициент сопротивления непроволочных резисторов составляет 0,03…0,1 1/1 оС, а резисторов повышенной точности – на порядок меньше.

1. Уровень шумов резистора, который оценивается по величине их переменной ЭДС, возникающей на его зажимах и отнесенной к 1 В приложенного к резистору напряжения постоянного тока.
2. Номинальное сопротивление – это электрическое сопротивление, обозначенное на корпусе резистора и являющееся исходным для определения его допустимых отклонений. Резисторы выпускаются с таким значением номинального сопротивления, чтобы вместе с допуском оно было приблизительно равно значению сопротивления следующего номинала минус его допуск. Установлены следующие диапазоны номинальных сопротивлений: для постоянных резисторов – от долей ома до единиц тераом; для переменных проволочных – от 0.47 Ом до 1 Мом; для переменных непроволочных – от 1 Ом до 1 Мом. Иногда допускается отклонение от указанных пределов.

 **Система условных обозначений и маркировка резисторов.**

В соответствии с ОСТ 11.074.009-78 сокращенное условное обозначение резисторов состоит из нескольких элементов.

 **Первый элемент** – буква или сочетание букв – обозначает подкласс резисторов:

 **Р** – резисторы постоянные;

 **РП** – резисторы переменные;

 **НР** – наборы резисторов;

 **Второй элемент** – цифра – обозначает группу резисторов по материалу резистивного элемента:

 **1** – непроволочные;

 **2** – проволочные и металлофольговые

 **Третий элемент** представляет собой регистрационный номер конкретного типа резистора. Между вторым и третьим элементами ставится индекс.

 Так, например, Р1-22 обозначает резистор постоянный, непроволочный; НР1-7 обозначает набор резисторов непроволочных.

 До введении указанного выше стандарта использовалась система обозначений, состоящая из букв и цифр, которая была введена в 1968г.

 **Буквы** обозначают группу изделий:

 **С** – резисторы постоянные;

 **СП** – резисторы переменные.

 **Цифра** после буквенного обозначения указывает на материал токопроводящего элемента:

 **1 –** непроволочные тонкослойные углеродистые и бороуглеродистые;

 **2** – непроволочные тонкослойные металлодиэлектрические и металлоокисные;

 **3 –** непроволочные композиционные пленочные;

 **4** – непроволочные композиционные обьемные;

 **5** – проволочные;

 **6** – непроволочные тонкослойные металлодиэлектрические.

 Так, например, С2-26 обозначает резистор постоянный, непроволочный, тонкослойный металлодиэлектрический, номер разработки 26.

 Кроме того, в эксплуатации находятся резисторы с маркировкой:

 **МТ** – металлизированные теплостойкие;

 **МЛТ –** металлизированные лакированные теплостойкие;

 **МОН –** металлокисные низкоомные;

 **КИМ** – композиционные изолированные малогабаритные;

 **УЛИ –** углеродистые лакированные изомерильные;

 **БЛП** – бороуглеродистые лакированные прецезионные;

 **МЛП –** металлизированные лакированные прецезионные;

 **ВС –** влагостойкие;

 **ПЭВ –** проволочные эмалированные влагостойкие.

**5 Задание на практическую работу**

-определить основные параметры резисторов из набора резисторовразной мощности рассеивания

 -тип резистора

 -мощность рассеивания

 -номинальное сопротивление

 -допустимое отклонение

 -температурный коэффициент сопротивления (ТКС)

-расшифровать резисторы по карточкам заданий

**6 Технология работы (порядок выполнения)**

-проверка наличия карточки заданий по теме «резисторы»

-проверка наличия резисторов разной мощности рассеивания

-определение основных параметров резисторов различных типов по карточкам заданий

-расшифровка маркировки резисторов разной мощности рассеивания из набора резисторов

-оформление отчёта по практической работе

**7 Контрольные вопросы и задания**

7.1 Как классифицируются резисторы по типу проводящего элемента?

Приведите примеры.

7.2 Назовите основные параметры резисторов.

7.3 Назовите единицы измерения сопротивления.

7.4 Как обозначаются резисторы на электрической принципиальной схеме?

7.5 Приведите примеры обозначения номинального сопротивления в Ом, кОм, Мом.

7.6 Привести примеры обозначения мощности рассеивания на электрической принципиальной схеме.

**8 Список рекомендуемой литературы**

Аксенов. А.И., Нефедов А.В. Элементы схем бытовой радиоаппаратуры. Конденсаторы. Резисторы. Москва Радио и связь 2005г. 310с.

Гуляева Н.В. Технология монтажа и регулировка радиоэлектронной аппаратуры и приборов. Москва издательский центр «Академия» 2009г. 280 с.

Петров В.П. Выполнение монтажа и сборки средней сложности и сложных узлов, блоков, приборов радиоэлектронной аппаратуры, аппаратуры проводной связи, элементов узлов импульсной и вычислительной техники.

Учебник. Москва издательский центр «Академия» 2013г. 270 с.

Петров В.П. Выполнение монтажа и сборки средней сложности и сложных узлов, блоков, приборов радиоэлектронной аппаратуры, аппаратуры проводной связи, элементов узлов импульсной и вычислительной техники.

Практикум. Учебное пособие. Москва Издательский центр «Академия» 2014г. 174 с.

Ярочкина Г.В. Радиоэлектронная аппаратура и приборы монтаж и регулировка. Москва издательский центр «Академия» 2012г. 257 с.