

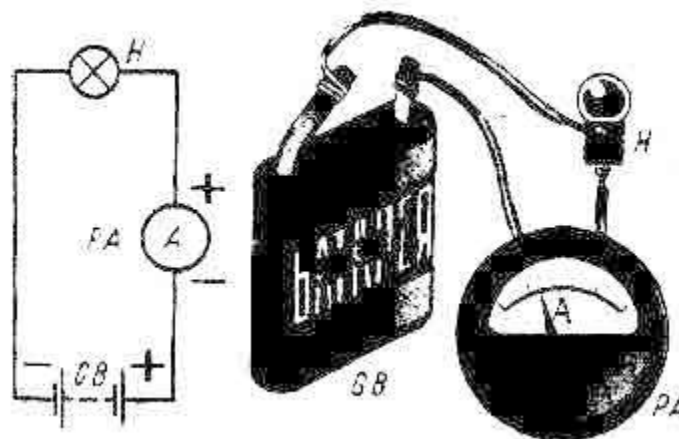
Урок-4.

ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ

Все что будет дано в этом уроке, необходимо не только прочитать и запомнить некоторые ключевые моменты, а и зазубрить некоторые определения и формулировки. Именно с этого урока начнутся элементарные физические и электрические расчеты. Возможно, будет не все понятно, но не надо отчаиваться, все со временем станет на свои места, главное не спеша усваивать и запоминать материал. Даже если по началу не все будет понятно, постарайтесь хотя бы запомнить основные правила и те элементарные формулы, которые здесь будут рассматриваться. Хорошенько освоив этот урок, вы потом сможете выполнять более сложные радиотехнические расчеты и решать необходимые задачи. Без этого в радиотехнике не обойтись. Дабы подчеркнуть значимость данного урока, все формулировки и определения, которые необходимо заучить я буду выделять красным курсивом.

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК И ЕГО ОЦЕНКА

До сих пор, характеризуя количественное значение электрического тока, я иногда пользовался такой терминологией, как, например, малый ток, большой ток. На первых порах такая оценка тока как - то нас устраивала, но она совершенно непригодна для характеристики тока с точки зрения работы которую он может выполнять. Когда мы говорим о работе тока, под - этим подразумеваем, что его энергия преобразуется в какой-либо иной вид энергии: тепло, свет, химическую или механическую энергию. Чем больше поток электронов, тем значительнее ток и его работа. Иногда говорят, сила тока или просто ток. Таким образом слово ток имеет два значения. Оно обозначает само явление движения электрических зарядов в проводнике, а так же служит оценкой количества электричества, проходящего по проводнику. **Ток (или силу тока) оценивают количеством электронов, проходящих по проводнику в течение 1 с.** Число его огромно. Через нить накала горящей лампочки электрического карманного фонарика, например, ежесекундно проходит около 20000000000000000 электронов. Вполне понятно, что характеризовать ток количеством электронов неудобно, так как пришлось бы иметь дело с очень большими числами. За единицу электрического тока принят **Ампер (сокращенно пишут А).** Так ее назвали в честь французского физика и математика А. Ампера (1775 - 1836 гг.), изучившего законы механического взаимодействия проводников с током и другие электрические явления. Ток 1 А - это ток такого значения, при котором через поперечное сечение проводника за 1 с проходит 6250000000000000 электронов. **В математических выражениях ток обозначают латинской буквой I или i (читается и).** Например, пишут: **I 2 А или 0,5 А.** Наряду с ампером применяют более мелкие единицы силы тока: миллиампер (пишут мА), равный 0,001 А, и микроампер (пишут мкА), равный 0,000001 А, или 0,001 мА. Следовательно, 1 А = 1000 мА или 1000000 мкА. **Приборы, служащие для измерения токов, называют соответственно амперметрами, миллиамперметрами, микроамперметрами. Их включают в электрическую цепь последовательно с потребителем тока, т.е. в разрыв внешней цепи.** На схемах эти приборы изображают кружками с присвоенным им буквами внутри: А (амперметр), (миллиамперметр) и мА (микроампер) мкА., а рядом пишут РА, что означает измеритель тока. Измерительный прибор рассчитан на ток не больше некоторого предельного для данного прибора. Прибор нельзя включать в цепь, в которой течет ток, превышающий это значение, иначе он может испортиться.



Амперметр (миллиамперметр, микроамперметр) включают в электрическую цепь последовательно с потребителем тока.

У вас может возникнуть вопрос: как оценить переменный ток, направление и величина которого непрерывно изменяются? **Переменный ток обычно оценивают по его действующему значению. Это такое значение тока, которое соответствует постоянному току, производящему такую же работу. Действующее значение переменного тока составляет примерно 0,7 амплитудного, т. е. максимального значения.**

ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ

Говоря о проводниках, мы имеем в виду вещества, материалы и прежде всего металлы, относительно хорошо проводящие ток. Однако не все вещества, называемые проводниками, одинаково хорошо проводят электрический ток, т. е. они, как говорят, обладают неодинаковой проводимостью тока. Объясняется это тем, что при своем движении свободные электроны сталкиваются с атомами и молекулами вещества, причем в одних веществах атомы и молекулы сильнее мешают движению электронов, а в других - меньше. Говоря иными словами, одни вещества оказывают электрическому току большее сопротивление, а другие - меньше. Из всех материалов, широко применяемых в электротехнике и радиотехнике, наименьшее сопротивление электрическому току оказывает медь. Поэтому - то электрические провода и делают чаще всего из меди. Еще меньшее сопротивление имеет серебро, но это довольно дорогой металл. Железо, алюминий и разные металлические сплавы обладают большим сопротивлением, т. е. худшей электропроводимостью.

Сопротивление проводника зависит не только от свойств его материала, но и от размера самого проводника. Толстый проводник обладает меньшим сопротивлением, чем тонкий из такого же материала; короткий

проводник имеет меньшее сопротивление, длинный - большее, так же как широкая и короткая труба оказывает меньшее препятствие движению воды, чем тонкая и длинная. Кроме того, сопротивление металлического проводника зависит от его температуры: чем ниже температура проводника, тем меньше его сопротивление. За единицу электрического сопротивления принят ом (пишут Ом) - по имени немецкого физика Г. Ома.

Сопротивление 1 Ом - сравнительно небольшая электрическая величина. Такое сопротивление току оказывает, например, отрезок медного провода диаметром 0,15 мм и длиной 1 м. Сопротивление нити накала лампочки карманного электрического фонаря около 10 Ом, нагревательного элемента электроплитки - несколько десятков ом. В радиотехнике чаще приходится иметь дело с большими, чем ом или несколько десятков ом, сопротивлениями. Сопротивление высокоомного телефона, например, больше 2000 Ом; сопротивление полупроводникового диода, включенного в не пропускающем ток направлении, несколько сотен тысяч ом. Знаете, какое сопротивление электрическому току оказывает ваше тело? От 1000 до 20000 Ом. А сопротивлении резисторов - специальных деталей, о которых я буду еще говорить в этой беседе, могут быть до нескольких миллионов ом и больше. Эти детали, как вы уже знаете, на схемах обозначают в виде прямоугольников.

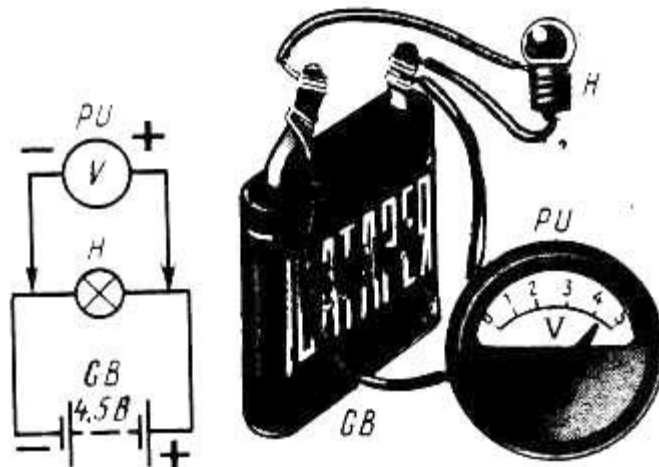
В математических формулах сопротивление обозначают латинской буквой (R). Такую же букву ставят и возле графических обозначений резисторов на схемах. Для выражения больших сопротивлений резисторов используют более крупные единицы: килоом (сокращенно пишут кОм), равный 1000 Ом, и мегаом (сокращенно пишут МОм), равный 1000000 Ом, или 1000 кОм. Сопротивления проводников, электрических цепей, резисторов или других деталей измеряют специальными приборами, именуемыми омметрами. На схемах омметр обозначают кружком с греческой буквой ? (омега) внутри.

ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ НАПРЯЖЕНИЕ

За единицу электрического напряжения, электродвижущей силы (ЭДС) принят вольт (в честь итальянского физика А. Вольты). В формулах напряжение обозначают латинской буквой U (читается «у»), а саму единицу напряжения - вольт - буквой V.

Например, пишут: $U = 4,5 \text{ В}$; $U = 220 \text{ В}$. Единица вольт характеризует напряжение на концах проводника, участке электрической цепи или полюсах источника тока. Напряжение 1 В - это такая электрическая величина, которая в проводнике сопротивлением 1 Ом создает ток, равный 1 А. Батарея 3336Л, предназначенная для плоского карманного электрического фонаря, как вы уже знаете, состоит из трех элементов, соединенных последовательно. На этикетке батареи можно прочитать, что ее напряжение 4,5 В. Значит, напряжение каждого из элементов батареи 1,5 В. Напряжение батареи «Крона» 9 В, а напряжение электроосветительной сети может быть 127 или 220 В.

Напряжение измеряют (вольтметром), подключая прибор одноименными зажимами к полюсам источника тока или параллельно участку цепи, резистору или другой нагрузке, на которой необходимо измерить действующее на ней напряжение. На схемах вольтметр обозначают латинской буквой V.



Вольтметр подключают параллельно нагрузке или источнику тока, питающего электрическую цепь.

в кружке, а рядом - PU. Для оценки напряжения применяют и более крупную единицу - киловольт (пишут кВ), соответствующую 1000 В, а также более мелкие единицы - милливольт (пишут мВ), равный 0,001 В, и микровольт (пишут мкВ), равный 0,001 мВ. Эти напряжения измеряют соответственно кило - вольтметрами, милливольтметрами и микровольтметрами. Такие приборы, как и вольтметры, подключают параллельно источникам тока или участкам цепей, на которых надо измерить напряжение. Выясним теперь, в чем разница понятий «напряжение» и «электродвижущая сила». Электродвижущей силой называют напряжение, действующее между полюсами источника тока, пока к нему не подключена внешняя цепь-нагрузка, например лампочка накаливания или резистор. Как только будет подключена внешняя цепь и в ней возникнет ток, напряжение между полюсами источника тока станет меньше. Так, например, новый не бывший еще в употреблении гальванический элемент имеет ЭДС не менее 1,5 В. При подключении к нему нагрузки напряжение на его полюсах становится равным примерно 1,3-1,4 в. По мере расходования энергии элемента на питание внешней цепи его напряжение постепенно уменьшается. Элемент считается разрядившимся и, следовательно, негодным для дальнейшего применения, когда напряжение снижается до 0,7 В, хотя, если отключить внешнюю цепь, его ЭДС будет больше этого напряжения. А как оценивают переменное напряжение? Когда говорят о переменном напряжении, например о напряжении электроосветительной сети, то имеют в виду его действующее значение, составляющее примерно, как и действующее значение переменного тока, 0,7 амплитудного значения напряжения.

ЗАКОН ОМА

На рис. показана схема знакомой вам простейшей электрической цепи. Эта замкнутая цепь состоит из трех элементов: источника напряжения - батареи GB, потребителя тока - нагрузки R, которой может быть, например, нить накала электрической лампы или резистор, и проводников, соединяющих источник напряжения с нагрузкой. Между прочим, если эту цепь дополнить выключателем, то получится полная схема карманного электрического фонаря.



Простейшая электрическая цепь постоянного тока.

Нагрузка R, обладающая определенным сопротивлением, является участком цепи. Значение тока на этом участке цепи зависит от действующего на нем напряжения и его сопротивления: чем больше напряжение и меньше сопротивление, тем большим ток будет идти по участку цепи. Эта зависимость тока от напряжения и сопротивления выражается следующей формулой:

$$I = U/R,$$

где I - ток, выраженный в амперах, А; U - напряжение в вольтах, В; R - сопротивление в омах, Ом. Читается это математическое выражение так: ток на участке цепи прямо пропорционален напряжению на нем и обратно пропорционален его сопротивлению. Это основной закон электротехники, именуемый законом Ома (по фамилии Г. Ома), для участка электрической цепи.

Используя закон Ома, можно по двум известным электрическим величинам узнать неизвестную третью. Вот несколько примеров практического применения закона Ома.

Первый пример: На участке цепи, обладающем сопротивлением 5 Ом, действует напряжение 25 В. Надо узнать значение тока на этом участке цепи.

Решение: $I = U/R = 25 / 5 = 5$ А.

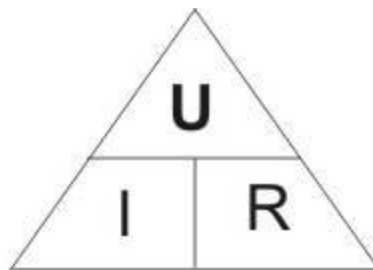
Второй пример: На участке цепи действует напряжение 12 В, создавая в нем ток, равный 20 мА. Каково сопротивление этого участка цепи? Прежде всего ток 20 мА нужно выразить в амперах. Это будет 0,02 А. Тогда $R = 12 / 0,02 = 600$ Ом.

Третий пример: Через участок цепи сопротивлением 10 кОм течет ток 20 мА. Каково напряжение, действующее на этом участке цепи? Здесь, как и в предыдущем примере, ток должен быть выражен в амперах (20 мА = 0,02 А), сопротивление в омах (10кОм = 10000Ом). Следовательно, $U = IR = 0,02 \times 10000 = 200$ В. На цоколе лампы накаливания плоского карманного фонаря выштамповано: 0,28 А и 3,5 В. О чем говорят эти сведения? О том, что лампочка будет нормально светиться при токе 0,28 А, который обуславливается напряжением 3,5 В. Пользуясь законом Ома, нетрудно подсчитать, что накаливаемая нить лампочки имеет сопротивление $R = 3,5 / 0,28 = 12,5$ Ом. Это, подчеркиваю, сопротивление накаленной нити лампочки. А сопротивление остывшей нити значительно меньше. Закон Ома справедлив не только для участка, но и для всей электрической цепи. В этом случае в значение R подставляется суммарное сопротивление всех элементов цепи, в том числе и внутреннее сопротивление источника тока. Однако при простейших расчетах цепей обычно пренебрегают сопротивлением соединительных проводников и внутренним сопротивлением источника тока.

В связи с этим приведу еще один пример: Напряжение электроосветительной сети 220 В. Какой ток потечет в цепи, если сопротивление нагрузки равно 1000 Ом? Решение: $I = U/R = 220 / 1000 = 0,22$ А. Примерно такой ток потребляет электрический паяльник.

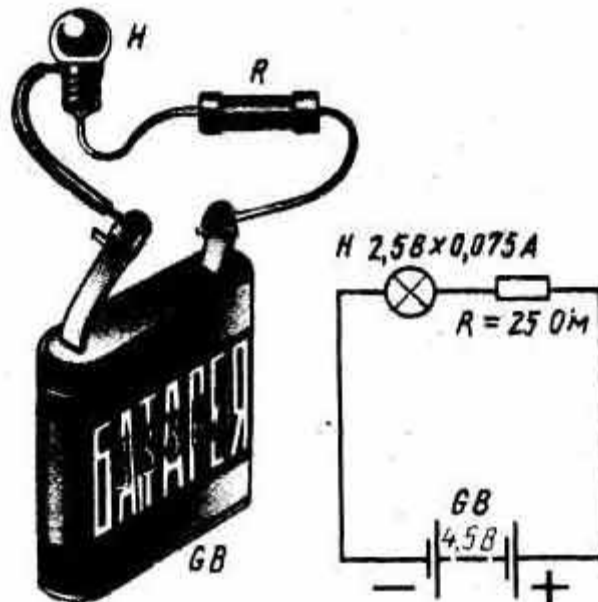
Всеми этими формулами, вытекающими из закона Ома, можно пользоваться и для расчета цепей переменного тока, но при условии, если в цепях нет катушек индуктивности и конденсаторов.

Закон Ома и производные от него расчетные формулы, достаточно легко запомнить, если пользоваться вот этой графической схемой, т. н. треугольник закона Ома:



Пользоваться этим треугольником легко, достаточно четко запомнить, что горизонтальная линия в треугольнике означает знак деления (по аналогии дробной черты), а вертикальная линия в треугольнике означает знак умножения.

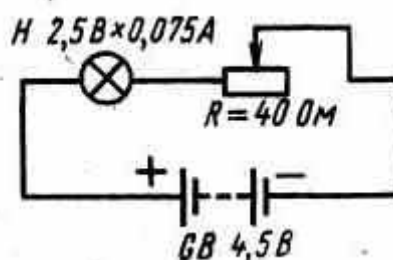
Теперь рассмотрим такой вопрос: как влияет на ток резистор, включаемый в цепь последовательно с нагрузкой или параллельно ей? **Разберем такой пример.** У нас имеется лампочка от круглого электрического фонаря, рассчитанная на напряжение 2,5 В и ток 0,075 А. Можно ли питать эту лампочку от батареи 3336Л, начальное напряжение которой 4,5 В? Нетрудно подсчитать, что накаленная нить этой лампочки имеет сопротивление немногим больше 30 Ом. Если же питать ее от свежей батареи 3336Л, то через нить накала лампочки, по закону Ома, пойдет ток, почти вдвое превышающий тот ток, на который она рассчитана. Такой перегрузки нить не выдержит, она перекалится и разрушится. Но эту лампочку все же можно питать от батареи 336Л, если последовательно в цепь включить добавочный резистор сопротивлением 25 Ом, как это показано на рис..



Добавочный резистор, включенный в цепь, ограничивает ток в этой цепи.

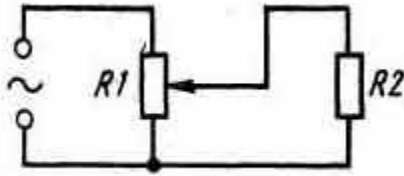
В этом случае общее сопротивление внешней цепи будет равно примерно 55 Ом, т.е. 30 Ом - сопротивление нити лампочки H плюс 25 Ом - сопротивление добавочного резистора R. В цепи, следовательно, потечет ток, равный примерно 0,08 А, т.е. почти такой же, на который рассчитана нить накала лампочки. Эту лампочку можно питать от батареи и с более высоким напряжением и даже от электроосветительной сети, если подобрать резистор соответствующего сопротивления. В этом примере добавочный резистор ограничивает ток в цепи до нужного нам значения. Чем больше будет его сопротивление, тем меньше будет и ток в цепи. В данном случае в цепь было включено последовательно два сопротивления: сопротивление нити лампочки и сопротивление резистора. А при последовательном соединении сопротивлений ток одинаков во всех точках цепи. Можно включить амперметр в любую точку цепи, и всюду он будет показывать одно значение. Это явление можно сравнить с потоком воды в реке. Русло реки на различных участках может быть широким или узким, глубоким или мелким. Однако за определенный промежуток времени через поперечное сечение любого участка русла реки всегда проходит одинаковое количество воды.

Добавочный резистор, включаемый в цепь последовательно с нагрузкой (как, например, на рис. выше), можно рассматривать как резистор, «гасящий» часть напряжения, действующего в цепи. Напряжение, которое гасится добавочным резистором или, как говорят, падает на нем, будет тем большим, чем больше сопротивление этого резистора. Зная ток и сопротивление добавочного резистора, падение напряжения на нем легко подсчитать все по той же знакомой вам формуле $U = IR$. Здесь U - падение напряжения, В; I - ток в цепи, А; R - сопротивление добавочного резистора, Ом. Применительно к нашему примеру резистор R (на рис.) погасил избыток напряжения: $U = IR = 0,08 \times 25 = 2$ В. Остальное напряжение батареи, равное приблизительно 2,5 В, упало на нити лампочки. Необходимое сопротивление резистора можно найти по другой знакомой вам формуле $R = U/I$, где R - искомое сопротивление добавочного резистора, Ом; U - напряжение, которое необходимо погасить, В; I - ток в цепи, А. Для нашего примера сопротивление добавочного резистора равно: $R = U/I = 2/0,075 = 27$ Ом. Изменяя сопротивление, можно уменьшать или увеличивать напряжение, которое падает на добавочном резисторе, и таким образом регулировать ток в цепи. Но добавочный резистор R в такой цепи может быть переменным, т.е. резистором, сопротивление которого можно изменять (см. рис. ниже).



Регулирование тока в цепи с помощью переменного резистора.

В этом случае с помощью движка резистора можно плавно изменять напряжение, подводимое к нагрузке H, а значит, плавно регулировать ток, протекающий через эту нагрузку. Включенный таким образом переменный резистор называют реостатом. С помощью реостатов регулируют токи в цепях приемников, телевизоров и усилителей. Во многих кинотеатрах реостаты использовали для плавного гашения света в зрительном зале. Есть, однако, и другой способ подключения нагрузки к источнику тока с избыточным напряжением - тоже с помощью переменного резистора, но включенного потенциометром, т.е. делителем напряжения, как показано на рис..



Регулирование напряжения на нагрузке R2 с помощью переменного резистора включенного в электрическую цепь потенциометром.

Здесь R1 - резистор, включенный потенциометром, а R2 - нагрузка, которой может быть та же лампочка накаливания или какой - то другой прибор. На резисторе R1 происходит падение напряжения источника тока, которое частично или полностью может быть подано к нагрузке R2. Когда движок резистора находится в крайнем нижнем положении, к нагрузке напряжение вообще не подается (если это лампочка, она гореть не будет). По мере перемещения движка резистора вверх мы будем подавать все большее напряжение к нагрузке R2 (если это лампочка, ее нить будет накаливаться). Когда же движок резистора R1 окажется в крайнем верхнем положении, к нагрузке R2 будет подано все напряжение источника тока (если R2 - лампочка карманного фонаря, а напряжение источника тока большое, нить лампочки перегорит). Можно опытным путем найти такое положение движка переменного резистора, при котором к нагрузке будет подано необходимое ей напряжение. Переменные резисторы, включаемые потенциометрами, широко используют для регулирования громкости в приемниках и усилителях. Резистор может быть непосредственно подключен параллельно нагрузке. В таком случае ток на этом участке цепи разветвляется и идет двумя параллельными путями: через добавочный резистор и основную нагрузку. Наибольший ток будет в ветви с наименьшим сопротивлением. Сумма же токов обеих ветвей будет равна току, расходуемому на питание внешней цепи. К параллельному соединению прибегают в тех случаях, когда надо ограничить ток не во всей цепи, как при последовательном включении добавочного резистора, а только на каком - то участке. Добавочные резисторы подключают, например, параллельно миллиамперметрам, чтобы ими можно было измерять большие токи. Такие резисторы называют **шунтирующими** или **шунтами**. Слово шунт означает **ответвление**.

ИНДУКТИВНОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ

В цепи переменного тока на значение тока влияет не только сопротивление проводника, включенного в цепь, но и его индуктивность. Поэтому в цепях переменного тока различают так называемое омическое или активное сопротивление, определяемое свойствами материала проводника, и индуктивное сопротивление, определяемое индуктивностью проводника. Прямой проводник обладает сравнительно небольшой индуктивностью. Но если этот проводник свернуть в катушку, его индуктивность увеличится. При этом увеличится и сопротивление, оказываемое им переменному току, - ток в цепи уменьшится. С увеличением частоты тока индуктивное сопротивление катушки тоже увеличивается.

Запомни: сопротивление катушки индуктивности переменному току возрастает с увеличением ее индуктивности и частоты проходящего по ней тока. Это свойство катушки используют в различных цепях приемников, когда требуется ограничить ток высокой частоты или выделить колебания высокой частоты, в выпрямителях переменного тока и во многих других случаях, с которыми вам придется постоянно сталкиваться на практике. Единицей индуктивности является генри (Гн). Индуктивностью 1Гн обладает такая катушка, у которой при изменении тока в ней на 1 А в течение 1 с развивается ЭДС самоиндукции, равная 1 В. Этой единицей пользуются для определения индуктивности катушек, которые включают в цепи токов звуковой частоты. Индуктивность катушек, используемых в колебательных контурах, измеряют в тысячных долях генри, называемых миллигенри (мГн), или еще в тысячу раз меньшей единицей - микрогенри (мкГн).

МОЩНОСТЬ И РАБОТА ТОКА

На нагрев нити накала электрической или электронной лампы, электропаяльника, электроплитки или иного прибора затрачивается некоторое количество электроэнергии. Эту энергию, отдаваемую источником тока (или получаемую от него нагрузкой) в течение 1 с, называют **мощностью тока**. За единицу мощности тока принят **ватт (Вт)**.

Ватт - это мощность, которую развивает постоянный ток 1А при напряжении 1В. В формулах мощность тока обозначают латинской буквой P (читается «пэ»). Электрическую мощность в ваттах получают умножением напряжения в вольтах на ток в амперах, т.е. $P = UI$.

Если, например, источник постоянного тока напряжением 4,5 В создает в цепи ток 0,1 А, то мощность тока будет: $p = 4,5 \times 0,1 = 0,45$ Вт. Пользуясь этой формулой, можно, например, подсчитать мощность, потребляемую лампочкой карманного фонаря, если 3,5 В умножить на 0,28 А. Получим около 1 Вт. Изменив эту формулу так: $I = P/U$, можно узнать ток, протекающий через электрический прибор, если известны потребляемая им мощность и подводимое к нему напряжение. Каков, например, ток, идущий через электрический паяльник, если известно, что при напряжении 220 В он потребляет мощность 40 Вт? $I = P/U = 40/220 = 0,18$ А. Если известны ток и сопротивление цепи, но неизвестно напряжение, мощность можно подсчитать по такой формуле: $P = I^2R$. Когда же известны напряжение, действующее в цепи, и сопротивление этой цепи, то для подсчета мощности используют такую формулу: $P = U^2/R$. Но ватт - сравнительно небольшая единица мощности. Когда приходится иметь дело с электрическими устройствами, приборами или машинами, потребляющими токи в десятки, сотни ампер, используют единицу мощности киловатт (пишут кВт), равную 1000 Вт. Мощности электродвигателей заводских станков, например, могут составлять от нескольких единиц до десятков киловатт. Количественный расход электроэнергии оценивают ватт - секундой, характеризующей единицу энергии - джоуль. Расход электроэнергии определяют умножением мощности, потребляемой прибором, на время его работы в секундах. Если, например, лампочка электрического фонарика (ее мощность, как мы уже знаем, около 1 Вт) горела 25 с, значит, расход энергии составил 25 ватт - секунд. Однако ватт - секунда величина очень малая. Поэтому на практике используют более крупные единицы расхода электроэнергии: ватт - час, гектоватт - час и киловатт - час. Чтобы расход энергии был выражен в ватт - часах или киловатт - часах, нужно соответственно мощность в ваттах или киловаттах умножить на время в часах. Если, например, прибор потребляет мощность 0,5 кВт в течение 2 ч, то расход энергии составит $0,5 \times 2 = 1$ кВт ч; 1 кВт ч энергии будет также израсходован, если цепь будет потреблять (или расходовать) мощность 2 кВт в течение получаса, 4 кВт в течение четверти часа и т.д. Электрический счетчик, установленный в доме или квартире, где вы живете, учитывает расход электроэнергии в киловатт - часах. Умножив показания счетчика на стоимость 1 кВт-ч (сумма в коп.), вы узнаете, на какую сумму израсходовано энергии за неделю, месяц. При работе с гальваническими элементами или батареями говорят об их электрической емкости в ампер - часах, которая выражается произведением значения

разрядного тока на длительность работы в часах. Начальная емкость батареи 3336Л, например 0,5 Ач. Подсчитай: сколько времени будет батарея непрерывно работать, если разряжать ее током 0,28 А (ток лампочки фонаря)? Примерно один и три четверти часа. Если же эту батарею разряжать более интенсивно, например, током 0,5 А, она будет работать меньше 1 ч. Таким образом, зная емкость гальванического элемента или батареи и токи, потребляемые их нагрузками, можно подсчитать примерное время, в течение которого будут работать эти химические источники тока. Начальная емкость, а также рекомендуемый разрядный ток или сопротивление внешней цепи, определяющее разрядный ток элемента или батареи, указывают иногда на их этикетках или в справочной литературе.

В этом уроке я попытался систематизировать и выложить максимум необходимой для начинающего радиолюбителя информации по основам электротехники, без которых дальше нет смысла, что то, продолжать изучать. Урок, получился пожалуй самый продолжительный, но и самый важный. Советую отнестись к этому уроку более серьезно, обязательно заучить выделенные определения, если что то, непонятно, перечитывайте несколько раз, что бы вникнуть в суть сказанного. В качестве практической работы, можете поэкспериментировать со схемами изображенными на рисунках, т. е. с батарейками лампочками и переменным резистором. Это пойдет вам на пользу. А вообще, в этом уроке, конечно же, весь упор нужно сделать не на практику, а на усвоение теории.