

# ЭЛЕКТРОТЕХНИКА ДЛЯ ЛЮБОЗНАТЕЛЬНЫХ.

## Часть 1. Общие положения.

### 1. Строение вещества.

Все вещества состоят из атомов. Атом представляет собой ядро, в котором находятся частицы нейтроны и протоны, вокруг ядра по орбитам движутся электроны (рис.1).



Рис. 1. Строение атома.

Атомы удерживаются между собой межатомными силами. Протоны заряжены положительно, нейтроны не имеют зарядов, а электроны заряжены отрицательно. Взаимодействовать друг с другом могут только заряженные частицы. Если они имеют разные заряды (разноимённые заряды), то они притягиваются друг к другу.

Если одинаковые заряды (одноимённые заряды), то отталкиваются.

Нейтральные частицы не взаимодействуют друг с другом и с заряженными частицами (рис. 2).

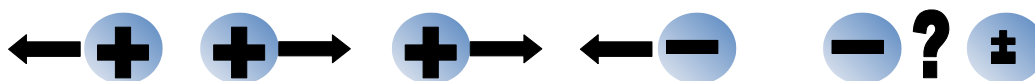


Рис. 2. Действие частиц друг на друга.

Атом углерода состоит из шести протонов, т. е., положительно заряженных частиц, сосредоточенных в ядре, и шести электронов (рис. 3). Электроны расположены на двух орбитах (оболочках). Дело в том, что различные вещества имеют разное количество электронов, которые движутся по определённым орбитам.

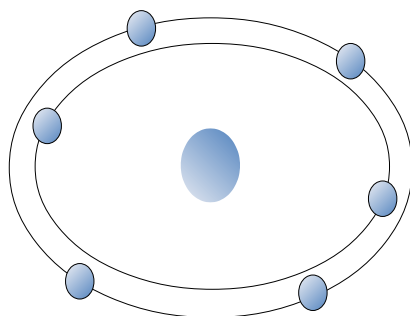


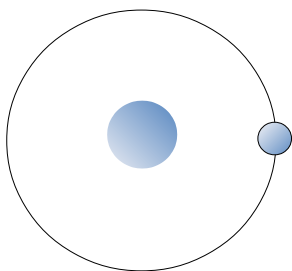
Рис. 3. Атом углерода.

На первой могут быть *не более двух* электронов, на второй *не более 8*, на *третьей 8 или 18* и т. д.

Орбита, заполненная предельно допустимым количеством электронов, называется *заполненной* и является устойчивой (с неё электроны не уходят). Вторая орбита (внешняя) имеет четыре электрона – до восьми электронов не хватает четыре, следовательно, эта орбита *незаполненная*.

## 2. Какие силы действуют на электроны?

Электрическая сила притягивает электрон к ядру, а механическая сила



вращения (центробежная сила) отталкивает его. Электрическая и механическая силы уравниваются, в результате получается устойчивая структура атома (рис. 4).

Атомы в веществе занимают лишь небольшую часть его объема. Расстояние между атомами примерно в десять раз больше их диаметра.

Рис. 4. Силы, действующие на электрон.

## 3. Почему вещество не распадается?

Дело в том, что между атомами существует очень сильная связь (так называемое сцепление), которая и держит их вместе (рис. 5).

Под действием **тепла, света, радиации** электроны на орбитах получают дополнительную энергию достаточную для преодоления электрических сил притяжения, что позволяет электронам с последних орбит покинуть свой атом (рис.6).

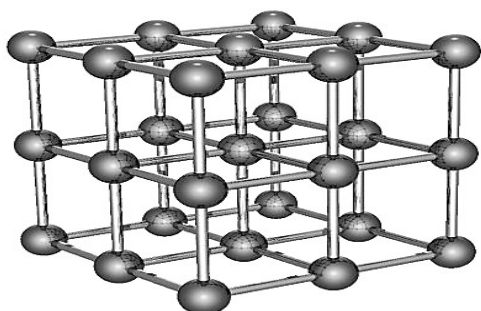


Рис. 5. Расположение атомов в веществе.

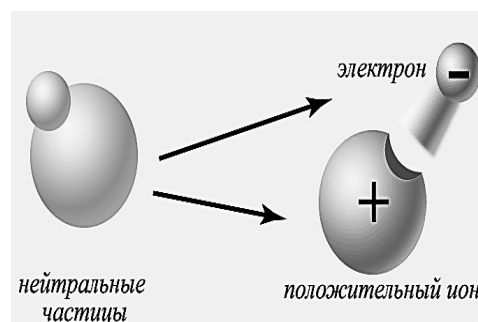


Рис. 6. Свободный электрон.

## 4. Как движутся свободные электроны в веществе?

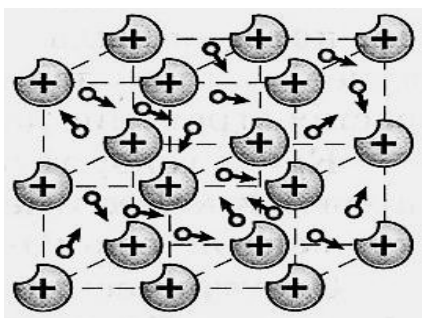


Рис. 7. Движение свободных электронов в веществе.

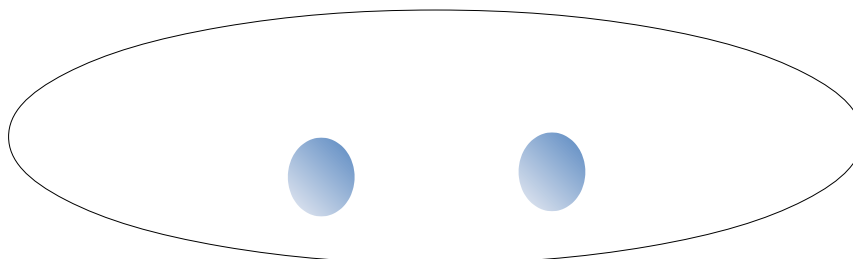
Свободные электроны двигаются между атомами **хаотично**, т.е., беспорядочно (рис. 7).

Свободные электроны могут перемещаться по телу и переходить с одного тела на другое.

Вокруг любого заряженного тела существует электрическое поле.

## 5. Когда могут двигаться заряженные частицы?

Заряженные частицы могут двигаться, если они попадают в зону действия электрического поля (рис. 8).



**Рис.8.** Заряженная частица, попадая в зону действия электрического поля, начинает двигаться.

По количеству свободных электронов все вещества делятся на три группы:

1. **Металлы (проводники)** – свободных электронов **много**.
2. **Полупроводники** – свободных электронов **мало**.
3. **Диэлектрики (изоляторы)** – свободных электронов **нет**.

Количество свободных электронов в веществе измеряется в *Кулонах*.

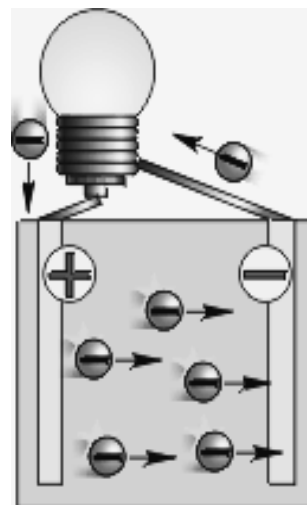
**1 Кулон = 6 300 000 000 000 000 электронов.**

## 6. Основные понятия электротехники.

Если мы поместим проводник в электрическое поле, создаваемое батарейкой, то электроны, как имеющие отрицательный заряд, начнут двигаться от (-) к (+) поля, причём все одновременно (рис. 9, рис. 10).



**Рис. 9.** Подключить проводник к источнику питания.



**Рис.10.** Подключить лампочку к батарее.

## 7. Электрический ток.

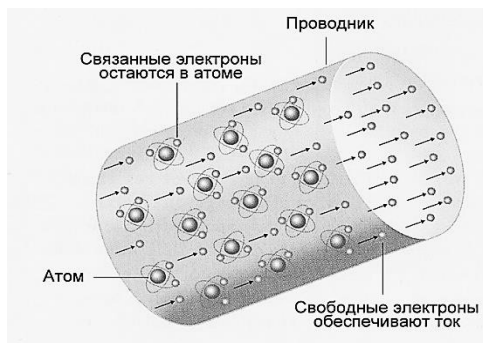


Рис. 11. Электрический ток.

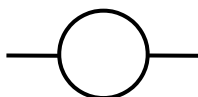


Рис. 12. Графическое обозначение амперметра.

▪ **Направленное движение свободных электронов есть электрический ток (рис. 11).**

Электрический ток измеряется в Амперах (1 А, 5 А, 10 А).

Величина электрического тока измеряется количеством электричества, протекающего через поперечное сечение проводника за одну секунду.

Приборы, измеряющие электрический ток называются **амперметрами** и графически обозначаются на схемах (рис. 12.).

## 8. Напряжение.

Откуда берётся энергия электрона? При возникновении электрического поля электроны в проводнике начинают двигаться направленно. Однако электрон не только может двигаться в электрическом поле, но и обладает энергией, которую отдаёт потребителю (лампочке, двигателю и т. д.).

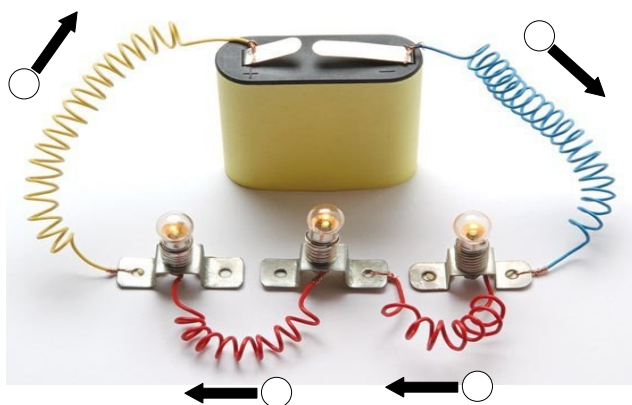


Рис. 13. Электрический потенциал.

Электрон получает определённую энергию от источника питания и отдаёт её полностью потребителю.

В электротехнике количество энергии обозначают греческой буквой « $\varphi$ » (фи) (рис. 13).

Так как энергия бывает различной, то её обозначают  $\varphi_1$ ,  $\varphi_2$ ,  $\varphi_3$  и т. д.

Когда электрон полностью отдаёт свою энергию, то его обозначают  $\varphi_0$  и называют **нулевым потенциалом «фи»**.

▪ **Потенциалом в электротехнике называется энергия электрона в данной точке пространства.**

Батарейка отдала электрону энергию  $\varphi_1$ , пройдя через первую лампочку электрон отдал ей часть полученной энергии и его энергия стала равной  $\varphi_2$  (рис. 13).

Далее, электрон, пройдя через вторую лампочку, отдаёт ей ещё часть своей энергии и его энергия стала равной  $\varphi_3$ .

Третьей лампочке электрон отдаёт остаток полученной энергии и его энергия становится равной нулю, т. е.,  $\varphi_4 = \varphi_0 = 0$ .

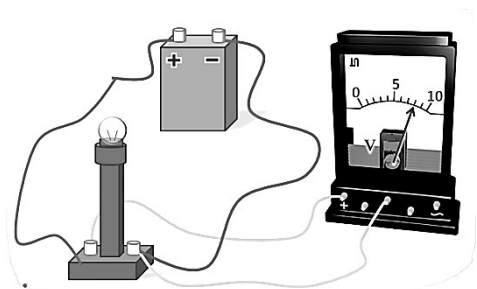


Рис.14. Электрическое напряжение.

▪ Свойство свободных электронов получать энергию от источников питания и отдавать её потребителю, называется **электрическим напряжением** (рис. 14).

▪ Разность между двумя потенциалами есть **электрическое напряжение**.

В электротехнике количество энергии электрона измеряется в **Вольтах** в честь учёного Алессандро Вольта — **1 В, 10 В, 17 В**.

Прибор, который измеряет напряжение называют **вольтметром** (рис. 15, а).

Вольтметры на схемах обозначаются, как показано на **рис. 15, б**.



а).



б).

Рис. 15: а). Вольтметр; б). Обозначение вольтметра в схеме.

Если в течении времени величина напряжения не меняется, то такое напряжение называется **постоянным** (рис. 16).

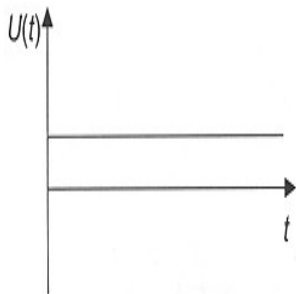


Рис. 16. Постоянное напряжение.

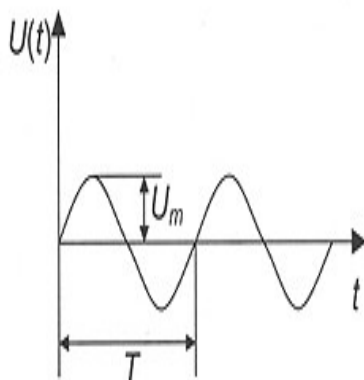


Рис. 17. Переменное напряжение.

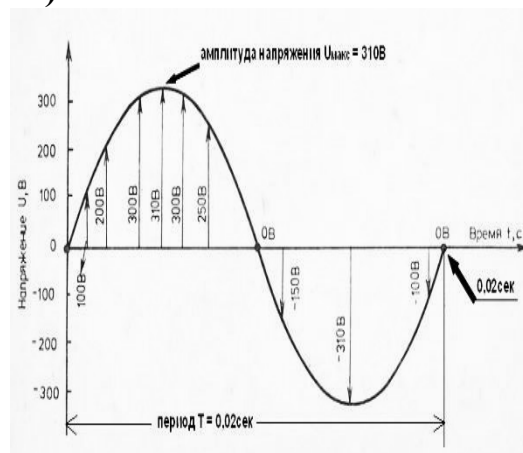
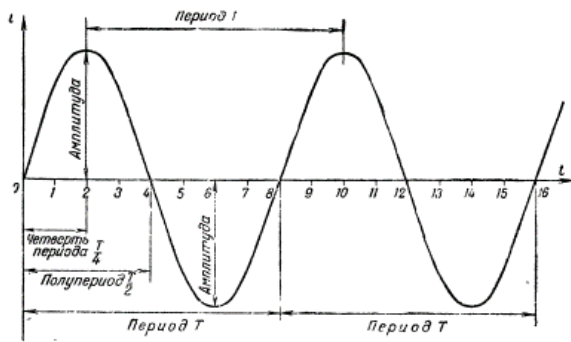


Рис. 18. Синусоидальное напряжение непрерывно изменяет величину и знак своей амплитуды.

Если в течение времени величина напряжения изменяется, то такое напряжение называется **переменным напряжением** (рис.17).

Видно, что в начальный момент напряжение равно нулю, после чего постепенно нарастает до 100 В, 200 В и т. д. Достигнув максимального значения 310 В, напряжение начинает постепенно уменьшаться до нуля, после чего изменяет своё направление и снова возрастает, достигая величины минус 310 В (-310 В) и т. д. (рис.18).





Бытовая сеть имеет переменное напряжение, изменяющееся по **синусоидальному** закону.

Основные характеристики переменного напряжения представлены на **рис. 19**.

Бытовое сетевое характеризуется следующими параметрами:

**Рис. 19.** Параметры сетевого напряжения.

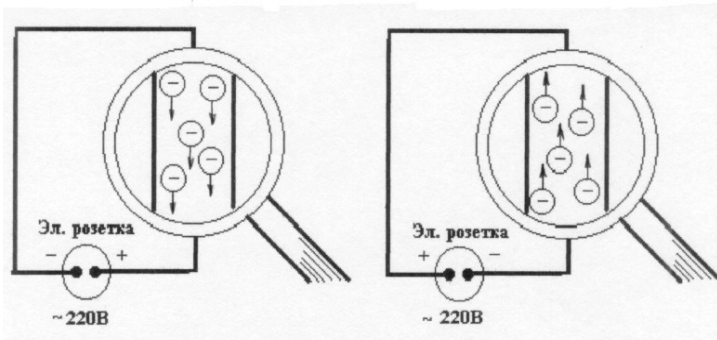
**Амплитуда** – наибольшее напряжение, которое оно получает в своём изменении, измеряется в вольтах.

**Период (T)** - время совершения одного полного колебания.

**Частота (f)** - количество колебаний в секунду и обозначается в **Герцах (1 Гц, 100 Гц)**. Эта физическая величина названа в честь немецкого физика Генриха Рудольфовича Герца.

Период и частота связаны между собой зависимостью, которая определяется по формуле:

$$T = \frac{1}{f}$$



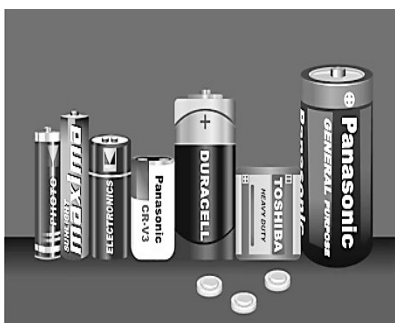
**Рис. 20.** Физическая сущность переменного напряжения.

Физический смысл переменного напряжения представлен на **рис. 20**.

При положительном значении напряжения ток в цепи движется в каком-то определённом направлении, а при отрицательных значениях ток меняет своё направление на противоположное и двигается в обратную сторону.

Бытовое напряжение имеет **амплитуду 220 В и частоту 50 Гц**.

Питание различных радиоэлектронных устройств осуществляется от **батарей и аккумуляторов** — они имеют постоянное напряжение и от **бытовой сети** — 220В, 50Гц.



**Рис.21.** Батареи.



**Рис. 22.** Аккумуляторы.



**Рис. 23.** Бытовая сеть.

**Батареи** – это гальванические элементы, в которых химическая энергия превращается в электрическую. Они используются *однократно* и после того как «сядут», их заменяют новыми. На **рис. 21**. представлены типы новых батарей.

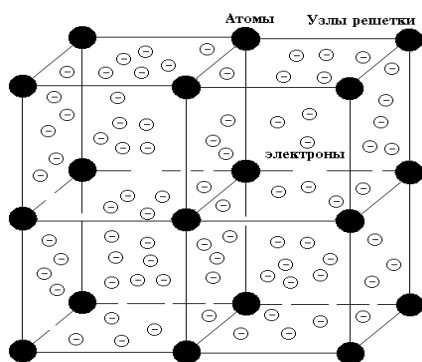
**Аккумуляторы** — вторичные источники электрической энергии, т. е., их надо зарядить, прежде чем использовать (**рис. 22**). Зарядка аккумуляторов производится при помощи соответствующих *выпрямителей*, а зарядный ток (ток при котором заряжают аккумулятор) и время зарядки указываются заводом-изготовителем.

В России бытовая электрическая сеть имеет напряжение 220 В и частоту 50 Гц (**рис. 23**).

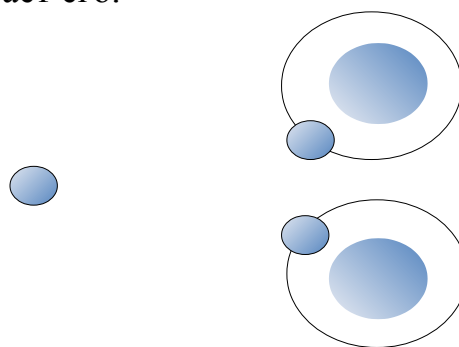
## 9. Электрическое сопротивление.

В металлах атомные ядра довольно прочно закреплены в определённых местах, называемые **узлами кристаллической решетки** (**рис. 24**). Они могут совершать лишь малые колебания относительно своих положений равновесия. На пути же электрона в 1см вещества встречаются около 100 миллионов атомов и он не сталкивается ни с одним из них. Почему же так происходит?

Свободный электрон под действием силы движения  $F_{\text{движ.}}$  начинает двигаться между атомами вещества (**рис. 25**). При своём движении он взаимодействует с электронами крайних орбит атомов, которые имеют такой же заряд, что и свободный электрон. Электроны атомов, будут отталкивать свободный электрон с силой отталкивания  $F_{\text{от.}}$ . Так как силы  $F_{\text{от.}}$  противоположны силе  $F_{\text{движ.}}$ , то они будут отталкивать от ядра атома свободный электрон и отбирать у него энергию. Отобранная у свободного электрона энергия превращается в тепловую энергию. Это значит, что, проходя по веществу, электрический ток нагревает его.



**Рис. 24.** Кристаллическая решётка.



**Рис. 25.** Физическая сущность электрического сопротивления.

Чем ближе друг к другу будут находиться атомы кристаллической решётки, тем больше энергии свободный электрон будет терять.

▪ Свойство свободных электронов терять свою энергию, проходя по веществу, называется электрическим сопротивлением.

Если мы возьмём цилиндрический проводник, то его сопротивление зависит от его длины  $l$ , площади поперечного сечения  $s$ , (рис. 26), а так же от материала из которого он сделан (от удельного сопротивления вещества –  $\rho$ ).

Сопротивление любого цилиндрического проводника  $R$  можно найти по формуле:

$$R = \rho \frac{l}{s}$$

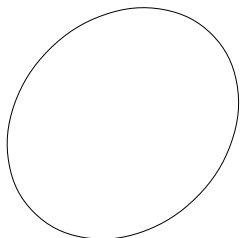


Рис. 26. К расчёту цилиндрического проводника.

где,

$\rho$  - коэффициент пропорциональности (удельное сопротивление) (Ом•мм<sup>2</sup>/м);

$l$  – длина проводника в метрах (м);

$s$  – площадь поперечного сечения цилиндра в мм<sup>2</sup>;

$R$  – сопротивление цилиндрического проводника в Омах.

Коэффициент пропорциональности  $\rho$  зависит от материала: серебро имеет  $\rho = 0,0187$  ом ∙ мм<sup>2</sup>/м, а нихром:  $\rho = 1,4$  ом ∙ мм<sup>2</sup>/м.

Сопротивление проводника зависит от температуры. Физическая сущность влияния температуры на сопротивление проводника показана на рис. 27. При комнатной температуре расстояние между центрами соседних атомов равно расстоянию  $l_1$ . При повышении температуры атомы начинают сильнее раскачиваться и расстояние между ними сокращается до расстояния  $l_2$ . Свободные электроны, проходя теперь между ними, будут терять ещё больше энергии, т. к., электроны крайних орбит атомов ещё сильнее (из-за уменьшения расстояния между атомами) отталкивают свободные электроны.

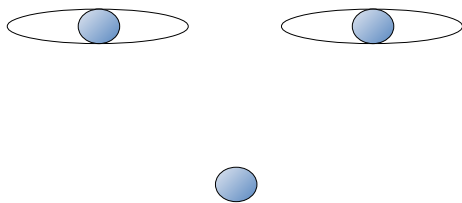


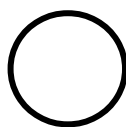
Рис. 27. Влияние температуры на сопротивление проводника.

Так, например, сопротивление нити электрической лампы для карманного фонарика при температуре 25°С – 2 Ома, а при температуре 2000°С – 17 Ом.

Сопротивление измеряется в Омах (1 Ом, 10 Ом, 100 Ом и т. д.).



а).



б).

Приборы, которые измеряют сопротивление графически обозначаются на схемах как показано на рис.29, б и называются омметрами (рис. 29, а).



Рис. 29: а). Омметр; б). Графическое обозначение омметра в схеме.

### 10. Электрическая мощность.

Каждый электроприбор имеет свою мощность. Информацию о ней можно найти на корпусе электрического чайника и фена, на колбе электрической

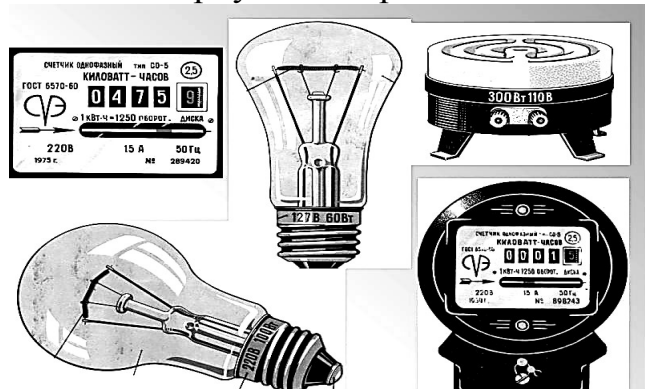


Рис. 30. Электрическая мощность.

лампы накаливания и на верхней крышке пылесоса (рис. 30).

Две электролампы горят, т. е., электрическую энергию превращают в световую. Но одна горит ярче, другая тусклее. От одного двигателя движется тележка с грузом, а от другого детская машинка.

Чтобы сравнить и две лампочки и два двигателя применяют понятие электрической мощности (**P**):

$$P = I * U,$$

где: **I** - электрический ток, **A**;

**U** - электрическое напряжение, **B**.

Электрическая мощность измеряется в **ваттах** — 2 Вт, 50 Вт, 100 Вт.