

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1

ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И  
МАГНИТИЗМ

# АТОМЫ И ИОНЫ

Атом – это электрически нейтральная частица  
(положительный и отрицательный заряды скомпенсированы)

Ион – это атом с избытком или недостатком электронов





# КЛАСС МЕТАЛЛОВ

Металлы – это класс химических элементов, обладающих особыми свойствами: теплопроводность, электропроводность, блеск...

Радиусы орбиталей этих веществ относительно большие, ввиду этого, электроны на дальних орбиталях слабо удерживаются ядром атома и могут «отрываться», становясь свободными

Свойства металлов обусловлены большим количеством свободных электронов – в среднем  $10^{29}$  на  $1 \text{ м}^3$

Свободные электроны – электроны, не принадлежащие ни одному атому

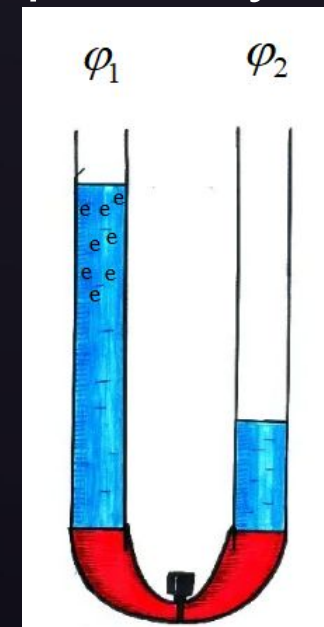
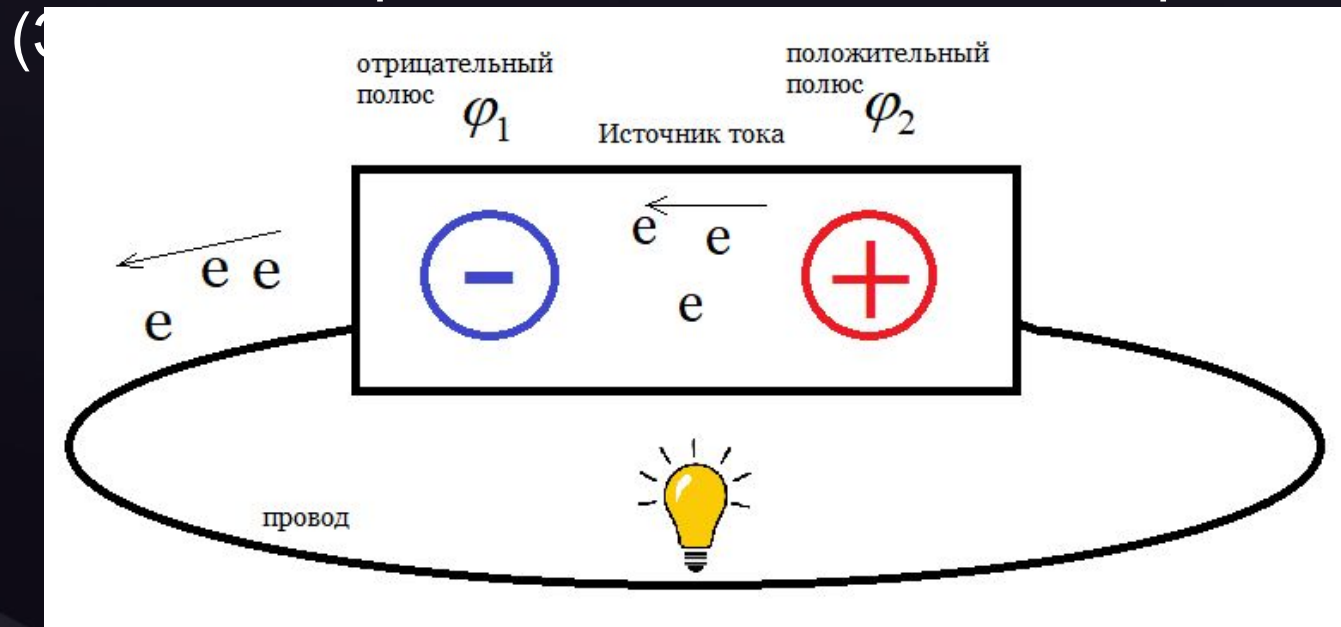
Именно представители класса металлов применяются в качестве проводников тока

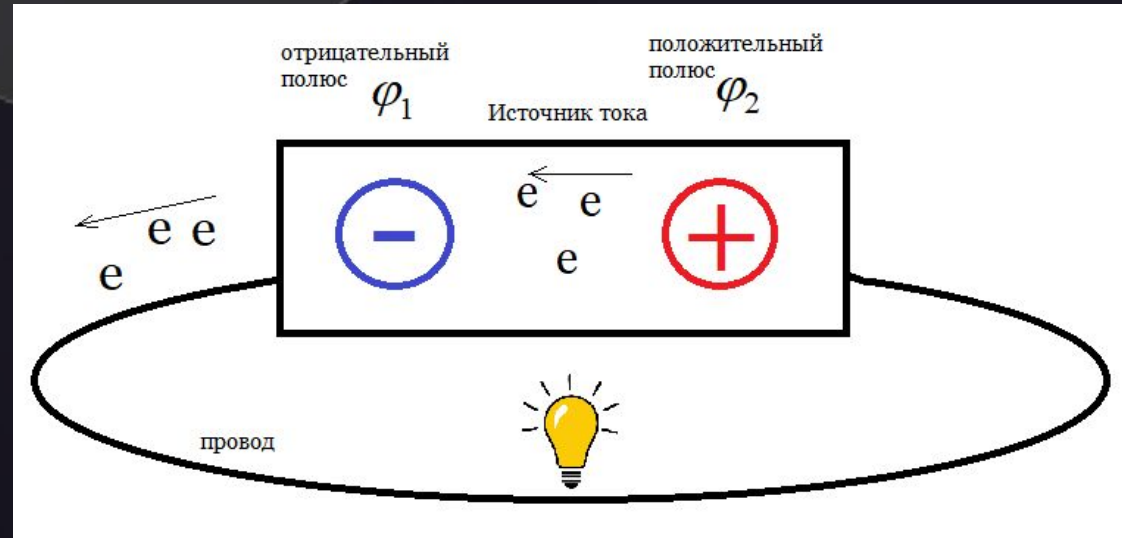
# ТОК И ПРИЧНЫ ЕГО ПОЯВЛЕНИЯ

Электрический ток – упорядоченное движение частиц (электронов)

Причины появления тока:

- наличие градиента – разность потенциалов  $(\phi_1 - \phi_2) =$  напряжение  $U$  [Вольт]
- наличие сторонних сил,двигающих заряды – электродвижущая сила  $\varepsilon_i$





Источник тока, генератор – это устройство, превращающее какой-либо вид энергии в энергию электрическую

Снаружи источника электроны движутся от «-» к «+» до тех пор, пока источник не исчерпает сам себя (пример: батарейка, аккумулятор)

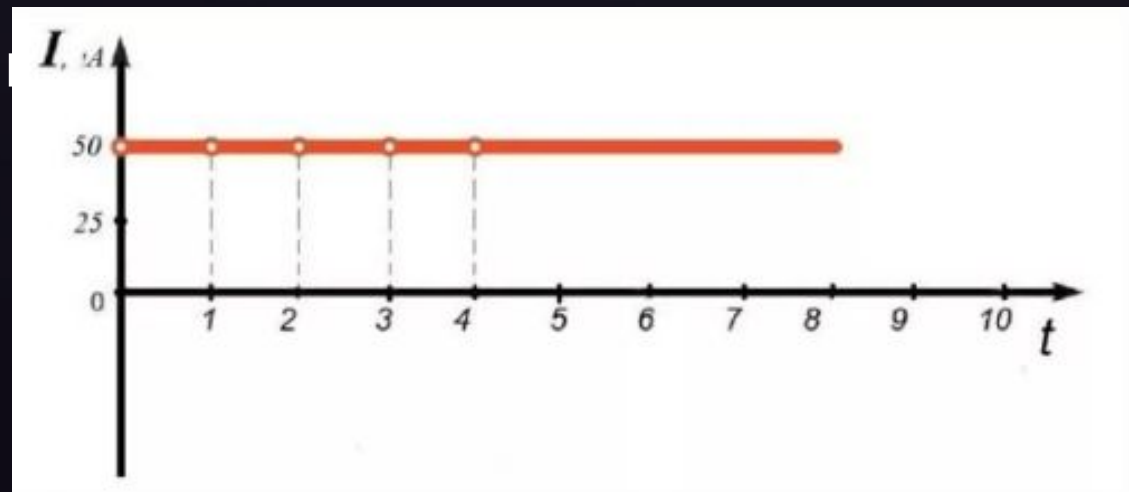
Внутри источника электроны движутся от «+» к «-» либо при условии перезарядки, либо при наличии сторонних сил - ЭДС



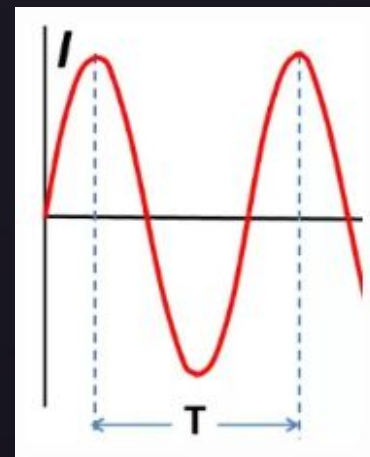
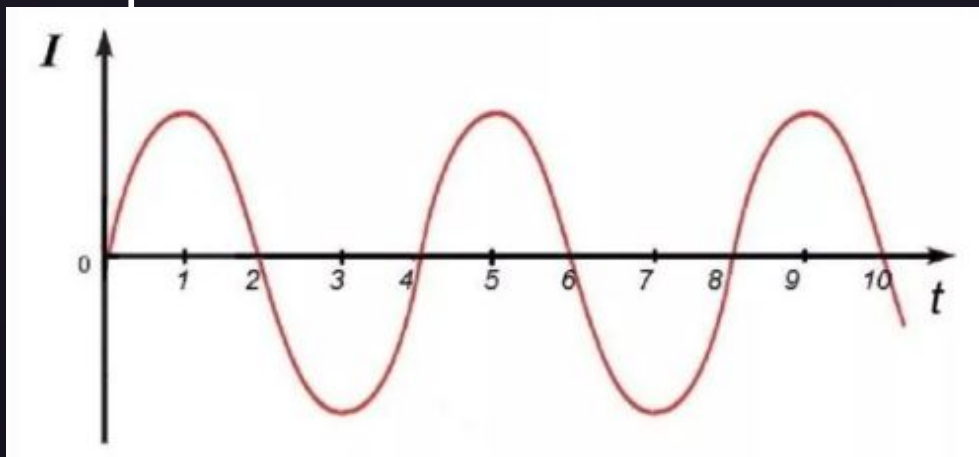
# ПОСТОЯННЫЙ И ПЕРЕМЕННЫЙ ТОК

Постоянный ток - это постоянное направленное движение заряженных частиц в электрическом поле

- При постоянном токе через каждое поперечное сечение проводника в единицу времени протекает одинаковое количество электричества (электрических зарядов).
- В каждой точке проводника, по которому протекает постоянный ток, одни элементарные электрические заряды непрерывно сменяются другими, совершенно одинаковыми по сумме электрическими зарядами.
- Постоянный ток имеет одно направление



Переменный ток - это ток, который изменяется по направлению и величине со временем



На графике представлен случай, когда ток изменяется по синусоидальному закону, но нужно учитывать, что это не всегда так.

Период  $T$  - это время, за которое ток изменит своё направление и вернётся в исходное состояние, единицы измерения - секунды.

Частота  $\nu$  - это величина обратная периоду. Она характеризует сколько раз ток изменит своё направление за промежуток времени. Единица измерения - Герц

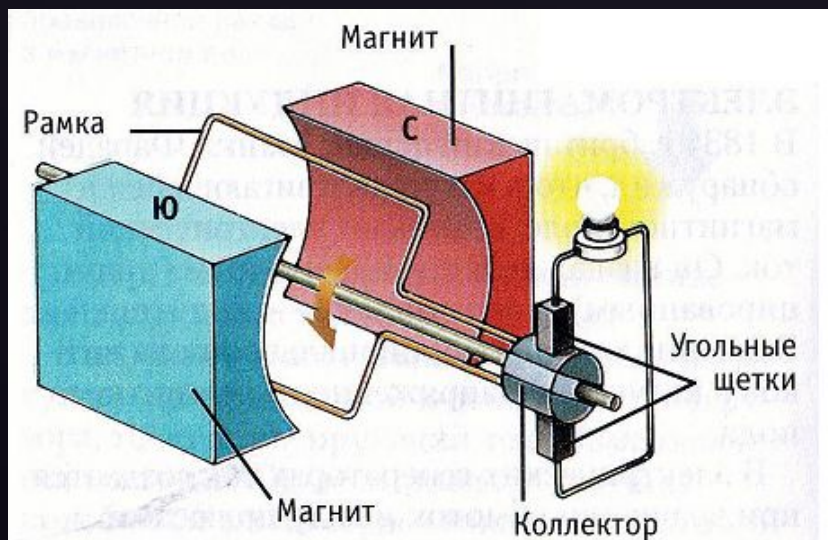
$$\nu = \frac{1}{T}$$

В нашей электрической сети используется именно переменный ток с

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТОЙ ИНДУКЦИИ ДЛЯ ГЕНЕРАЦИИ ТОКА

Представим проводящую рамку помещённую между полюсами магнита. Вращая рамку вокруг оси, будет изменяться количество линий магнитной индукции, проходящих через рамку, и, как следствие, появится индукционный ток - это и есть **генератор тока**

И теперь направим данный ток на то, чтобы зажечь лампочку. Ввиду того, что угол поворота рамки всё время изменяется, а, значит, изменяется и количество линий магнитной индукции, проходящих через рамку, получаемый ток также является переменным. И, при использовании его, мы сможем заставить лампочку лишь мигать, а не светить.

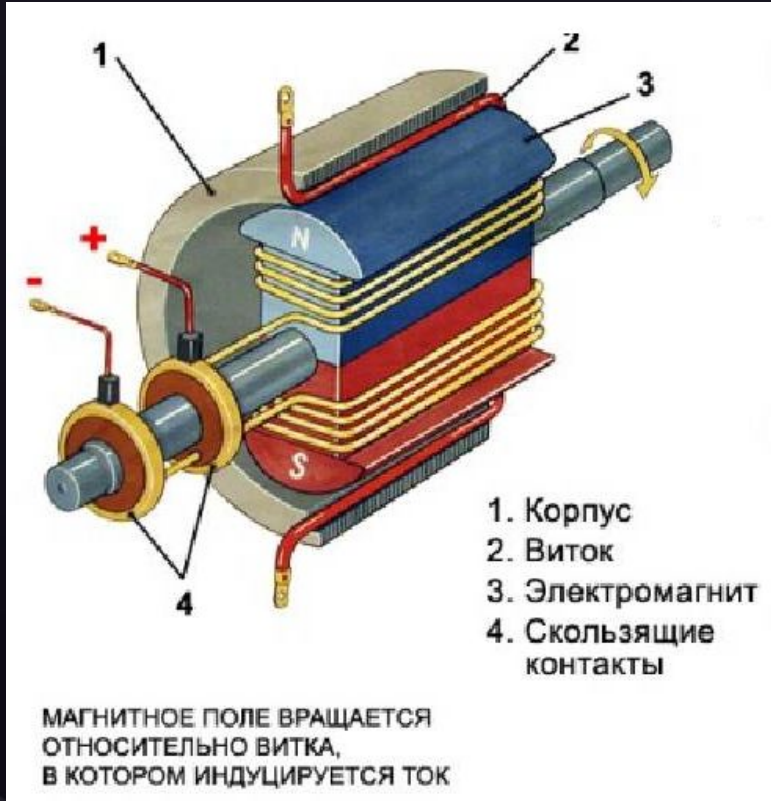


Если же заставить рамку вращаться быстрее, можно подобрать такую скорость вращения, что лампочка будет мигать настолько быстро,

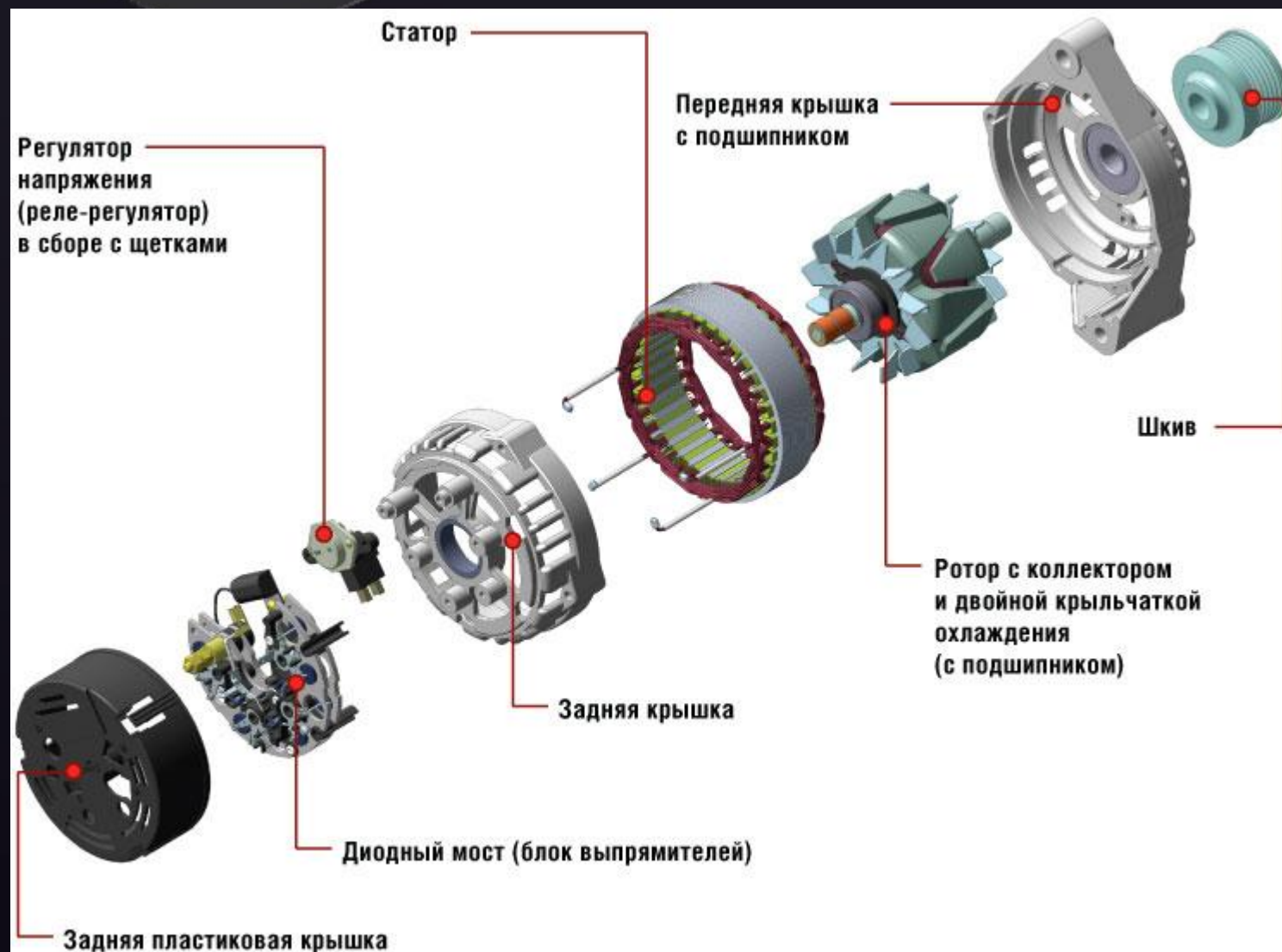


# УСТРОЙСТВО ГЕНЕРАТОРА

Электрический генератор – это устройство, превращающее механическую энергию в электрическую



- Статичная (т. е. находящаяся в покое) часть генератора называется статор - на рисунке он образуется корпусом (1) и витком (то есть рамкой, в которой образуется ток) (2).
- Подвижная часть называется ротор - на



## ПРОЦЕСС ГЕНЕРАЦИИ ТОКА:

- 1) Получение какого-либо вида энергии: тепловой, кинетической энергии ветра или воды, солнечной радиации
- 2) Использование этой энергии для вращения магнита и изменения магнитного поля через рамку
- 3) Возникновение электродвижущей силы ЭДС
- 4) ЭДС двигает электроны в рамке – возникновение переменного тока
- 5) Запасание тока и передача его к потребителю

Для передачи на дальние расстояния используется именно переменный ток, это позволяет избежать потерь энергии. Однако электроприборы работают на постоянном токе



# ПРИНЦИП РАБОТЫ ТЭС

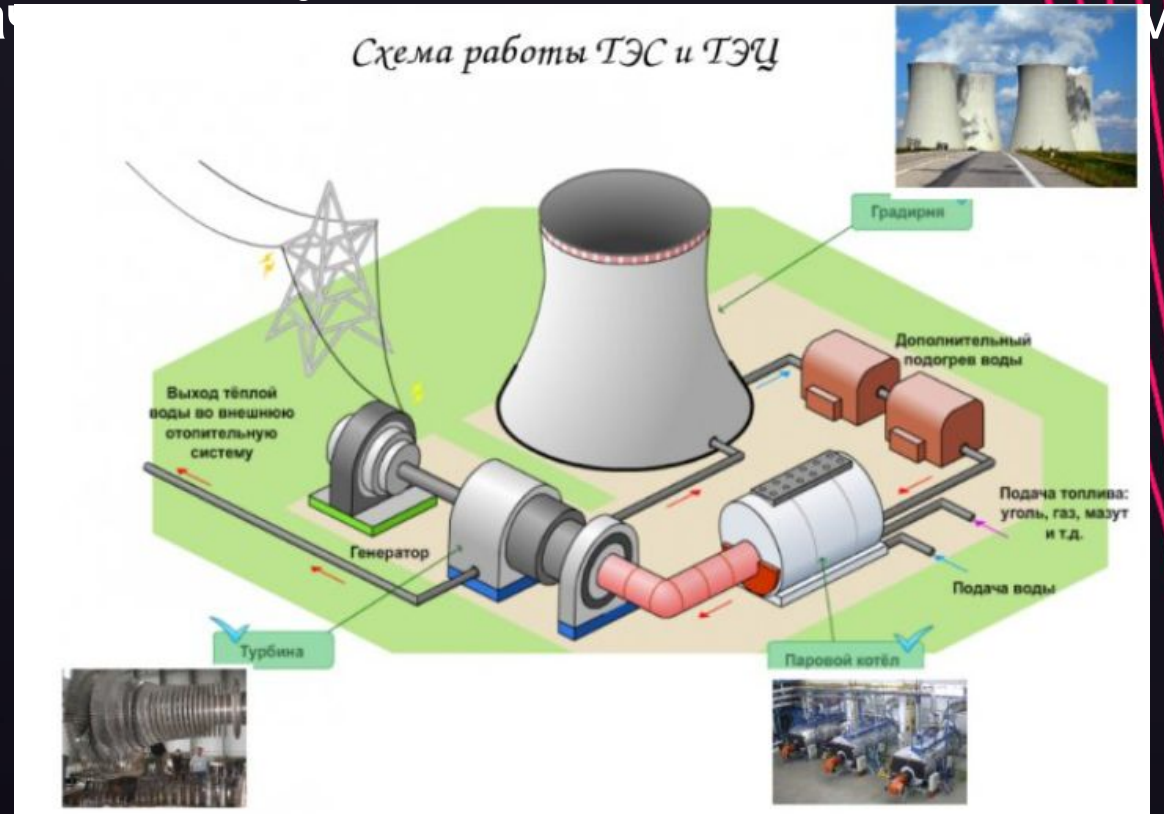
ТЭС – теплоэлектростанция, рассчитана только на получение электроэнергии

ТЭЦ – теплоэлектроцентраль, разновидность ТЭС, помимо генерации

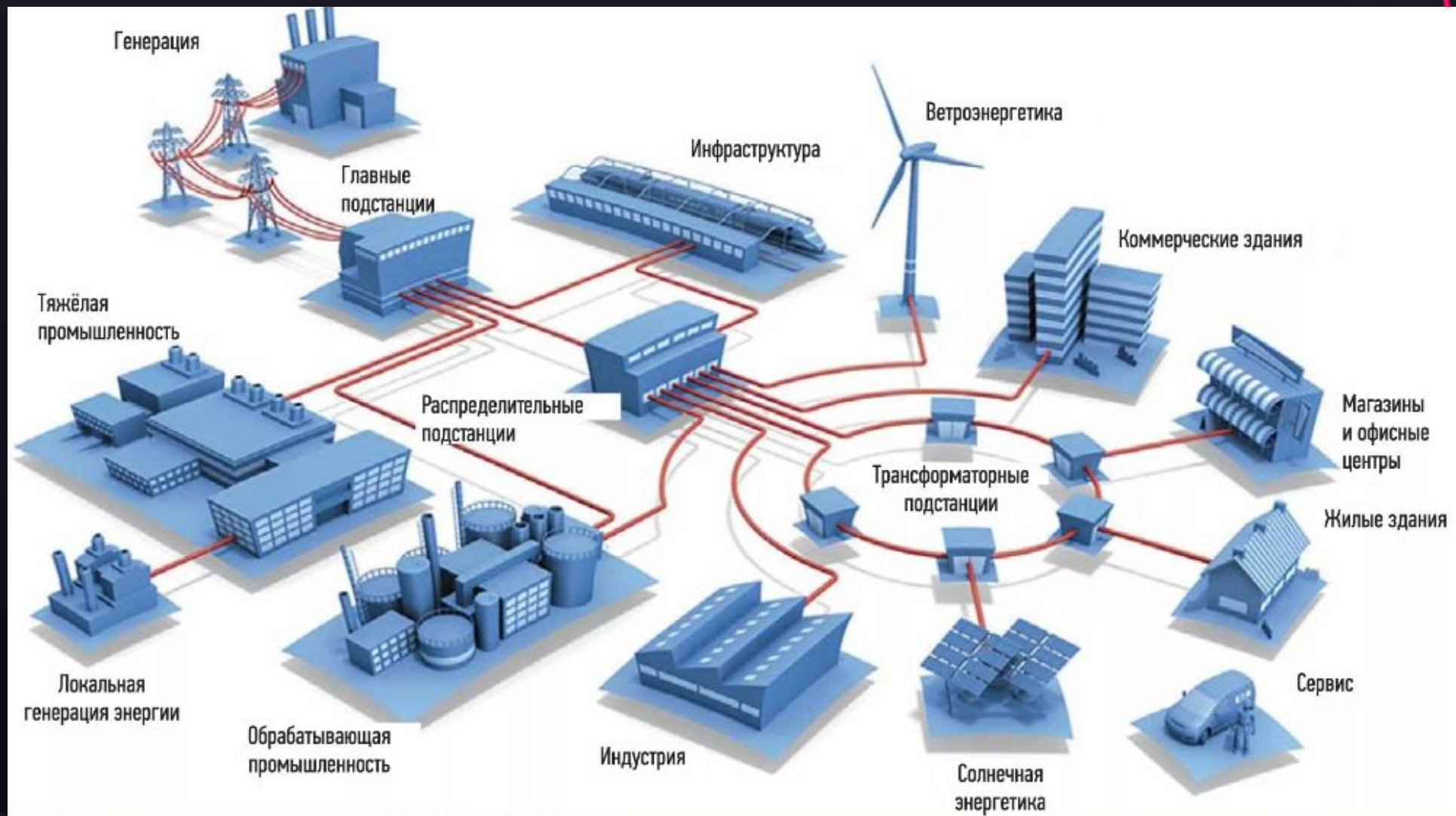
электроэнергии, осуществляет подачу тепла для отопления и для бытовых нужд

одновременно поступают топливо и разогретый воздух — окислитель. Наиболее

распространенное топливо на российских ТЭЦ – измельченный уголь. Тепло от сгорания угольной пыли превращает воду, поступающую в котел в пар, который затем под давлением подается на паровую турбину. Мощный поток пара заставляет ее вращаться, приводя в движение



# СХЕМА ПЕРЕДАЧИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

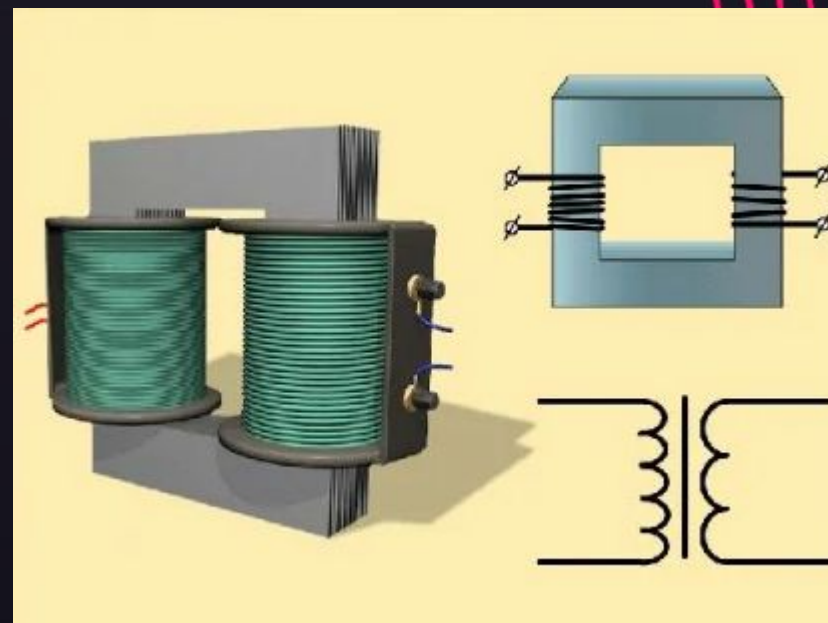




# ТРАНСФОРМАТОР

Простейший трансформатор состоит из сердечника замкнутой формы, на который намотаны две обмотки: первичная (к источнику) и вторичная (к потребителю)

Трансформаторная подстанция представляет собой такой вид электроустановки, который необходим для получения напряжения, его распределения, а также для повышения или же его понижения в сети переменного тока.

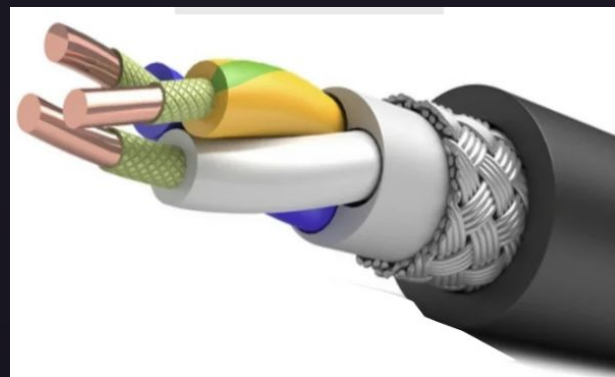


Простейший трансформатор



# ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ПРОВОДКА

Внутри жилых и промышленных помещений электрический ток протекает по проводам. Их разветвление называется электропроводкой



- Провода являются как минимум трёхжильными, то есть состоят из трёх отдельных проводов
- **Фаза** - это основной провод, находящийся под напряжением, именно по нему ток и поступает в электроприбор (как правило, белого, красного, коричневого цвета; буквенная маркировка L)
  - **Ноль** - провод, который выравнивает напряжение, то есть, как бы отводит те частицы, которые уже прошли через электроприбор и были использованы. На самом деле, понятие "ноль" условно, это говорит нам лишь о том, что ток движется в обратную сторону (голубой или синий; буквенная маркировка N)
  - **Земля** - данный провод уходит на заземление и служит для того, чтобы "пожертвовав" собой увести излишний разряд в землю, если что-то пойдёт не так (жёлто-зелёный; буквенная маркировка Pe)

# ЗАЗЕМЛЕНИЕ

Заземление – соединение проводящих частей с грунтом Земли через заземляющее устройство

Если Землю рассмотреть как конденсатор, то её ёмкость  $C = 1$  Фарад

Контур заземления функционирует за счет способности грунта поглощать электрический заряд. Если корпус оборудования в результате пробоя изоляции оказался под напряжением, то заряд будет стекать в землю. Когда пользователь коснется корпуса, ток все равно будет двигаться по пути наименьшего сопротивления, то есть через заземление, а не через тело человека. Не будь заземления, в подобной ситуации пользователь получил бы электротравму. Условием нормального функционирования заземления является низкое сопротивление заземлителя.

# ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ РОЗЕТКА

Электрическая розетка – это электрический разъем, в который включаются бытовые и промышленные электроприборы

Согласно правил устройства электроустановок в розетках «ноль» находится справа, «фаза» слева

Для «земли» используются отдельные выходы





# АВТОМАТ

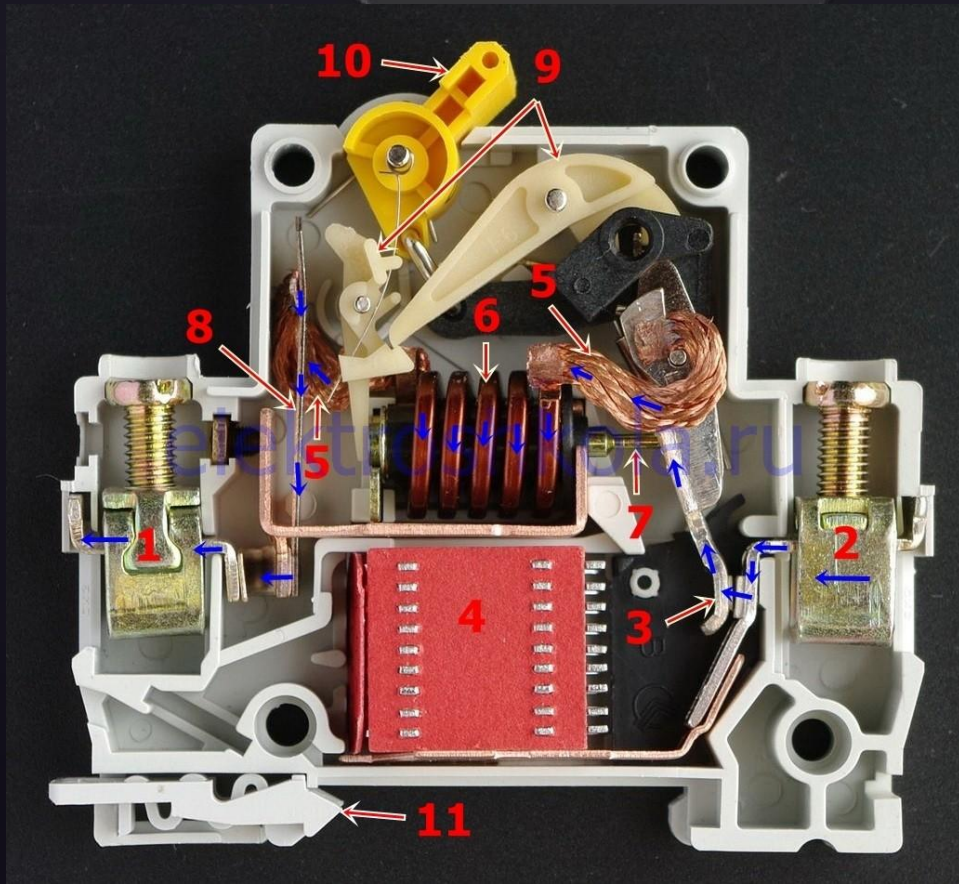
Короткое замыкание - электрическое соединение двух точек электрической цепи с различными значениями потенциала, не предусмотренное конструкцией устройства и нарушающее его нормальную работу.

При этом сопротивление в цепи падает практически до нуля

Автоматический выключатель (автомат) — это коммутационный аппарат предназначенный для защиты электрической сети от сверхтоков, т. е. от коротких замыканий и перегрузок

В электрической цепи выполняет роль «слабого звена»: при





1,2 — соответственно нижняя и верхняя винтовые клеммы для подключения провода

3 — подвижный контакт (место где и будет размыкаться цепь)

4 — дугогасительная камера (необходима для гашения электрической дуги)

5 — гибкий проводник

6 — катушка электромагнитного расцепителя

7 — сердечник электромагнитного расцепителя

8 — тепловой расцепитель (биметаллическая пластина)

9 — механизм расцепителя

10 — рукоятка управления

11 — фиксатор

Основными элементами являются два расцепителя: тепловой (8) — состоит из биметаллической пластины. При протекании сверхтоков температура в цепи увеличивается, и пластина выгибается, размыкая цепь

А также электромагнитный расцепитель (6,7) — при протекании через катушку тока короткого замыкания, в катушке возникает сильное магнитное поле, и ввиду действия принципа электромагнитной индукции сердечник «втягивается» с катушкой, размыкая цепь



# ЛАМПА НАКАЛИВАНИЯ

Она состоит из:

1, 2 - колбы, т. е. самой стеклянной сферы, либо вакуумированной, либо наполненной газом

3 - тела накала (нить накаливания) – спирали из сплава вольфрама

4, 5 - двух электродов, по которым на спираль подается напряжение

6 - крючков – держателей вольфрамовой нити, выполненных из молибдена

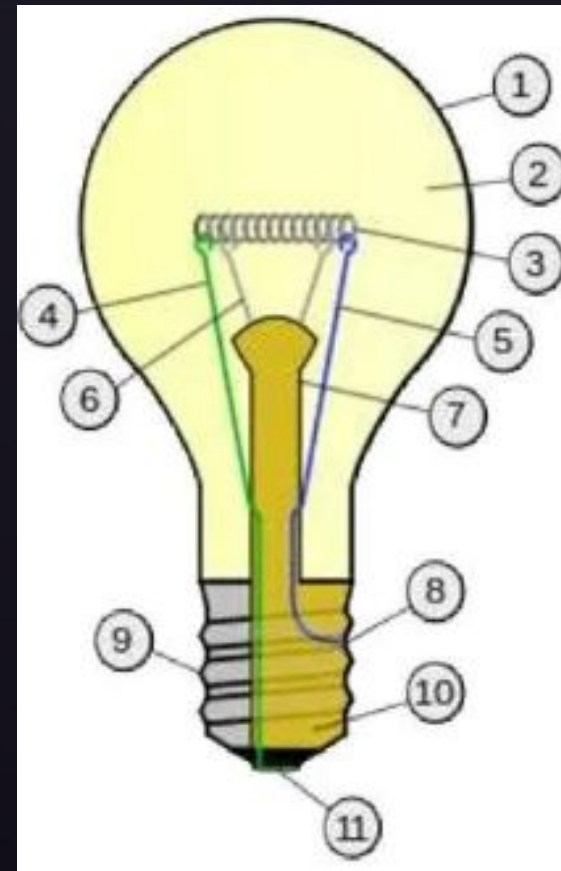
7 - ножки лампочки

8 - внешнего звена токоввода, служащего предохранителем

9 - корпуса цоколя

10 - стеклянного изолятора цоколя

11 - контакта доньшка цоколя





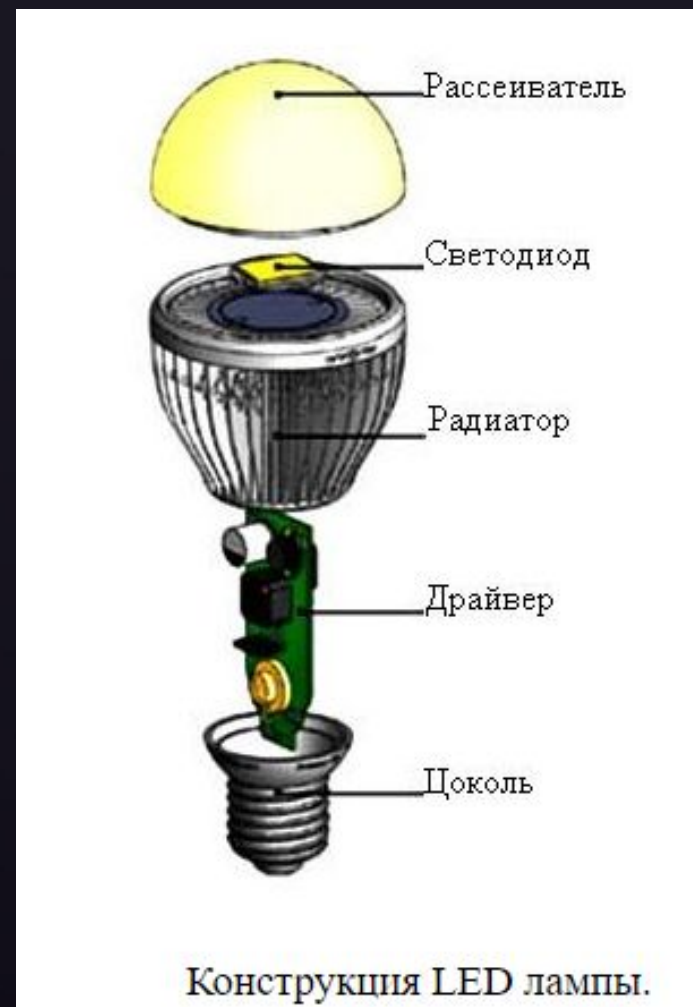
Устройство лампы накаливания подразумевает разогрев спирали: 95% энергии уходит на то, чтобы разогреть прибор, и только 5% идёт на освещение

Что происходит при прохождении тока через лампу накаливания:

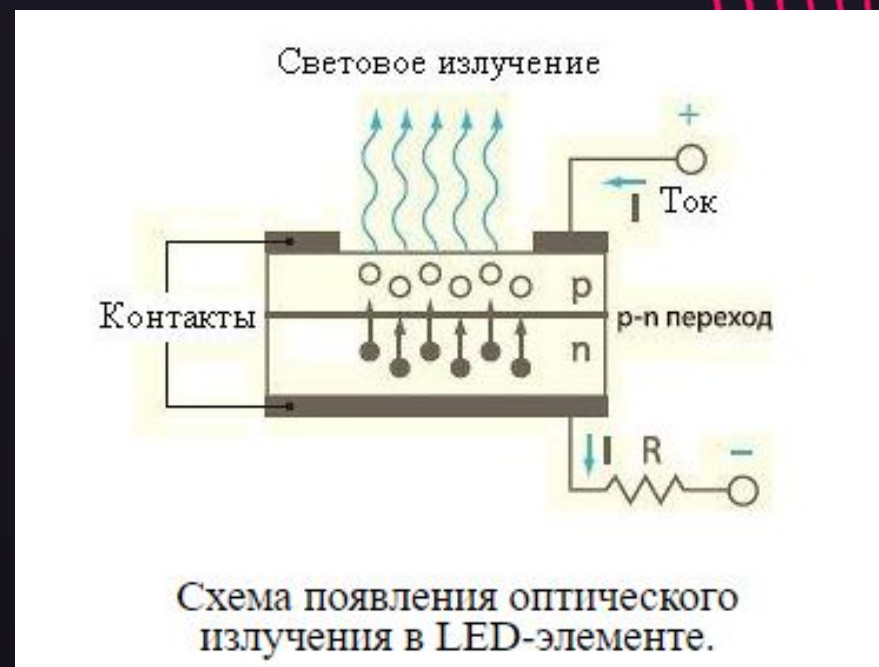
- 1) Электроны, проходя по нити накаливания, теряют большую часть своей кинетической энергии
- 2) Часть энергии переходит в тепловую, нить накала разогревается (95%)
- 3) Температура нити очень высока (2000 – 3300 К). Именно ввиду этого нить изготавливается из вольфрама – самого тугоплавкого металла (Т плавления чуть меньше 3700 К). А внутри стеклянного корпуса лампы находится вакуум, либо благородные газы (аргон, ксенон, криптон, галоген)
- 4) Когда процесс происходит при таких высоких температурах возможно следующее: часть энергии (5%) будет выпущена в виде безмассовых частиц – фотонов. это и есть видимое нами

# СВЕТОДИОДНАЯ / LED ЛАМПА

- Цоколь – элемент, который вкручивается в патрон люстры или другого светильника
- Драйвер – элемент, который стабилизирует поступающее напряжение, преобразуя переменный ток в постоянный. Также он обеспечивает питание светодиода.
- Радиатор – элемент, который отводит тепло от светодиодов
- Рассеиватель – прозрачный «колпак», который помогает распределять свет в пространстве.
- Светодиоды – главный рабочий элемент лампы. За счет работы



Принцип работы светодиодных ламп основан на физических процессах в полупроводниках. Свечение появляется после прохождения электрического тока через границу соприкосновения двух полупроводников (n и p), в одном из которых должны преобладать отрицательно заряженные электроны, а в другом – положительно заряженные ионы. Стоит отметить, что данные материалы пропускают ток только в одну сторону. При его прохождении в носители заряда осуществляют рекомбинацию – электроны переходят на другой энергетический уровень. В результате появляется видимое глазу световое излучение. Кроме свечения происходит еще и выделение тепла,





# ТРУБЧАТЫЙ ЭЛЕКТРОНАГРЕВАТЕЛЬ

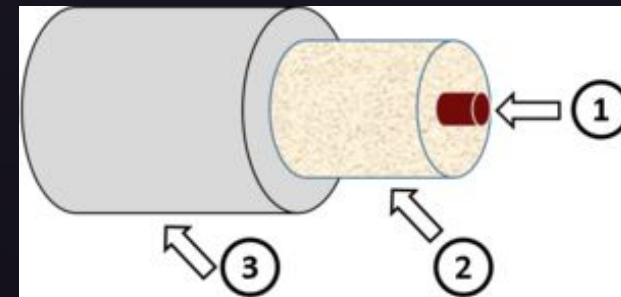
Трубчатый электронагреватель (ТЭН) - это электронагревательный прибор в виде металлической трубки, заполненной теплопроводящим электрическим изолятором и нитью нагревательного элемента с определённым сопротивлением  $R$

Применяется во многих бытовых и промышленных электроприборах: чайниках, кипятильниках, стиральных машинах, водонагревательных и отопительных котлах, и т. д.

Принцип действия заключается в следующем:

1) электроны двигаясь по электрической цепи проходят через ТЭН с сопротивлением  $R$

2) движение электронов замедляется, их кинетическая энергия  $E_k$  переходит в тепловую  $Q$

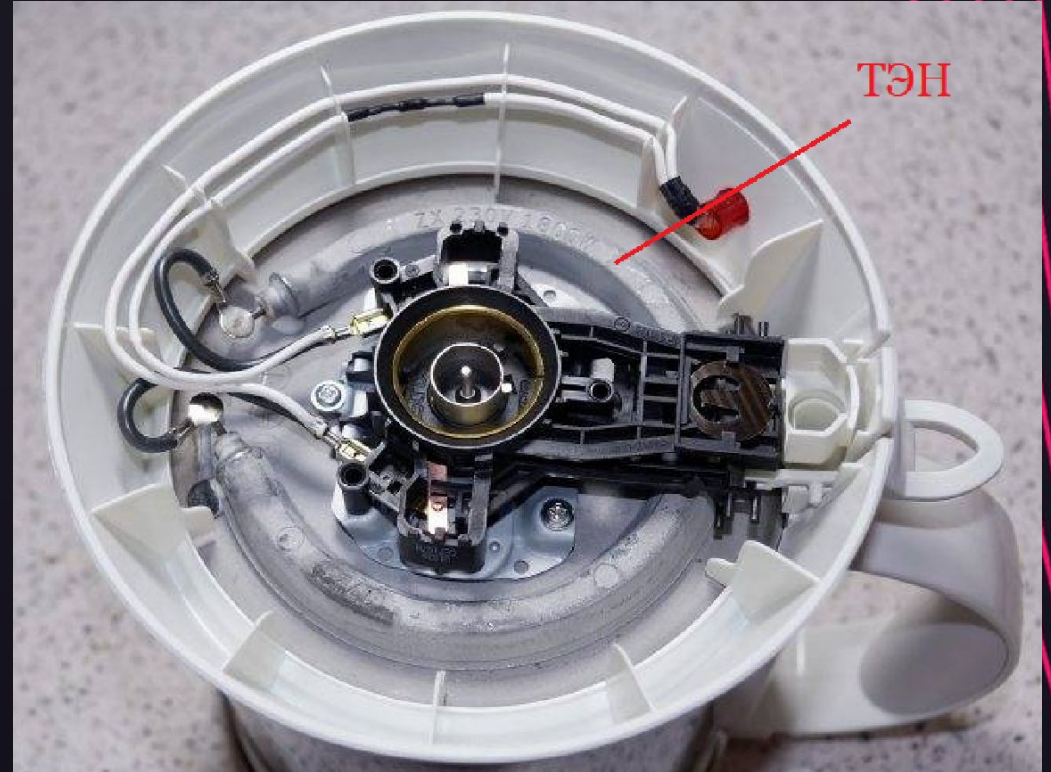


Трубчатый электронагреватель (ТЭН)

1 Нить нагревательного элемента

2 Электро-изолятор

3 Металлическая оболочка



В современных моделях электрочайников электронагреватель может быть спрятан в основание корпуса



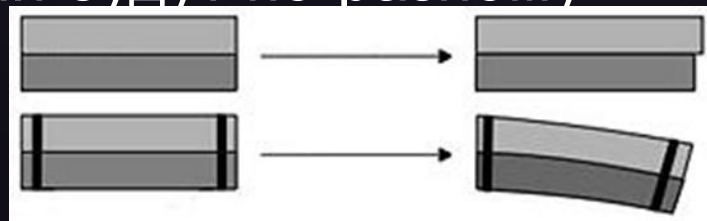
# БИМЕТАЛЛИЧЕСКАЯ ПЛАСТИНА

Ещё одним важным элементом многих электроприборов является биметаллическая пластина

Биметаллическая пластина – это элемент, состоящий из двух пластин различных металлов, прочно скреплённых между собой

Как правило, один конец пластины закреплён в конструкции устройства, а другой конец может изгибаться под воздействием температуры

Так как пластина представлена двумя различными металлами, с различными коэффициентами теплового расширения, то и откликаться на изменение температуры они будут по-разному





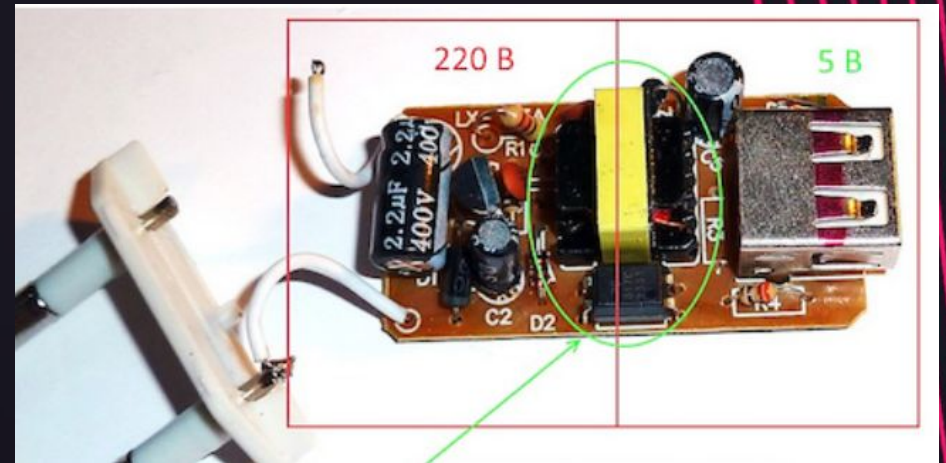
Биметаллические пластины используются в устройстве выключателей. Например, чайник отключается автоматически именно потому, что при  $100^{\circ}\text{C}$  пластина внутри выключателя сгибается и размыкает цепь

У утюга также есть биметаллическая пластина, но, в отличие от чайника, пластина может и размыкать и замыкать цепь

Если оставить утюг включенным, то через некоторое время можно услышать характерные щелчки внутри корпуса. Это обусловлено изменением положения пластины. Если температура повышается – пластина размыкает цепь, если понижается, то пластина замыкает цепь обратно, и утюг снова подогревается до нужной температуры

# ЗАРЯДНОЕ УСТРОЙСТВО

Поскольку выходная мощность большинства источников внешнего питания избыточна для зарядки мобильной электроники требуется предварительно её снизить. Поэтому элементная база внутри зарядного устройства снижает параметры тока и напряжения до необходимого для подзарядки уровня. Оптимальный уровень зарядки для каждого устройства определяет производитель мобильной электроники, и для зарядки современных смартфонов комплектует каждый аппарат необходимым адаптером. Значения больше не навредят устройству, а вот значения меньше снизят скорость зарядки





# БЕСПРОВОДНОЕ ЗАРЯДНОЕ УСТРОЙСТВО

Смартфоны с беспроводной зарядкой используют принцип электромагнитной индукции. Изменяющееся магнитное поле создает в помещенном в него проводнике электрический ток. Для создания магнитного поля беспроводное ЗУ содержит катушку электромагнита.

А чтобы магнитный поток менялся, электромагнит запитывается переменным током. При этом в катушке, расположенной внутри смартфона, также начинает течь переменный ток. Остается только





#### 4. КАТУШКА-ПРИЕМНИК

Под воздействием магнитного поля в катушке-приемнике образуется переменный электрический ток.

#### 3. ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ПОЛЕ

Переменный ток в электромагнитной катушке-передатчике создает электромагнитное поле, в которое попадает катушка-приемник, установленная в смартфоне (разумеется, если его поместить в непосредственной близости).

#### 1. ПЕРЕМЕННЫЙ ТОК

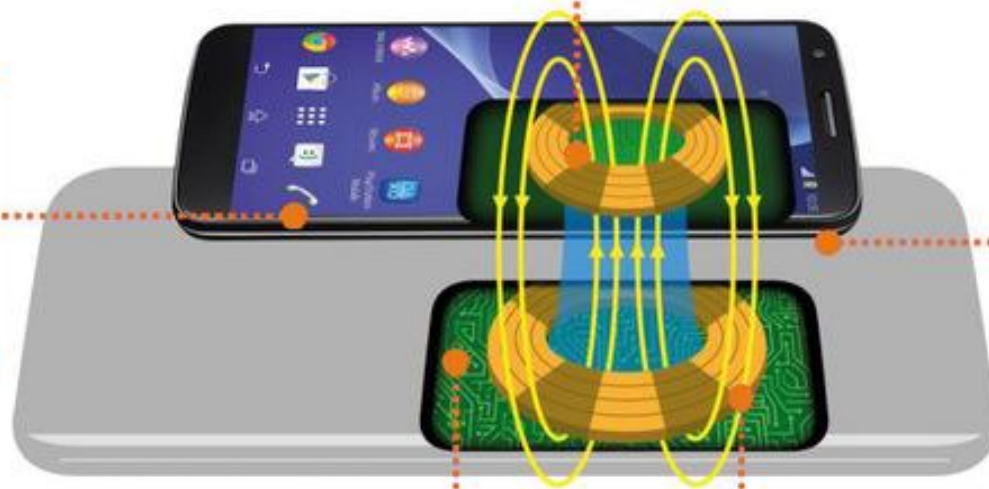
В зарядном устройстве сетевое напряжение преобразуется в переменный ток высокой частоты.

#### 2. КАТУШКА-ПЕРЕДАТЧИК

Переменный ток высокой частоты поступает на передатчик — электромагнитную катушку.

#### 5. ПОСТОЯННЫЙ ТОК

Электрический ток преобразуется в постоянный с параметрами, подходящими для установленного в гаджете аккумулятора, — и происходит зарядка.



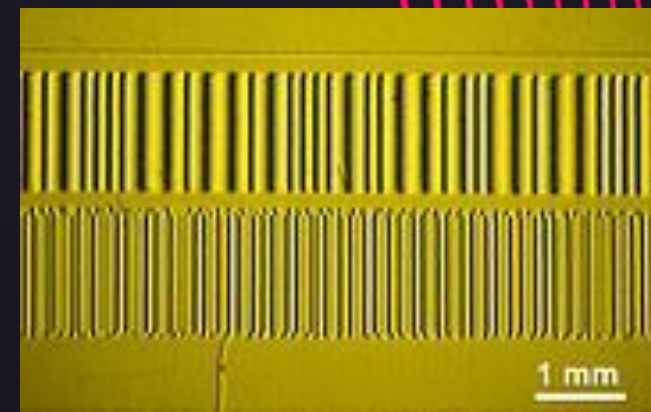
# МАГНИТНЫЕ КАРТЫ И ПРОПУСКИ

Карта с магнитной полосой — тип карт, отличающийся наличием магнитной полосы. Магнитная полоса предназначена для хранения какой-либо информации. Запись информации выполняется путём намагничивания крошечных частиц, находящихся на поверхности полоски и содержащих железо.

*Именно поэтому нельзя воздействовать магнитом на магнитные карты, пропуска, ключи – это ведёт к изменению порядка частиц, уникальный код становится нечитаемым*

Пропуск карта – электронный пропуск с элеткрочипом

При сканировании карты считывателем на карту передается сигнал, который служит одновременно электрическим зарядом для микросхемы внутри карты-ключа, и запросом кода от считывателя. После получения необходимого заряда ключ выдает





# ИНДУКЦИОННАЯ ПЛИТА

Индукционная плита по принципу работы похожа на трансформатор. Под стеклокерамической поверхностью устройства находится катушка индукционного типа, под которой протекает ток частотой от 20 до 100 кГц.

Роль первичной обмотки играет индукционная катушка, а вторичной — посуда, установленная на конфорку. Как только изделие становится на рабочую поверхность, появляются



## Принцип работы:

- 1) На первичную обмотку (катушку в корпусе) подаётся электрический ток
- 2) В катушке возникает магнитное поле, при этом оно может также изменяться, вместе с током
- 3) Изменяющееся магнитное поле порождает индукционные вихревые токи
- 4) Токи индукции протекают через посуду, изготовленную из ферромагнетика, и изменяют его магнитное поле
- 5) Происходит перемагничивание ферромагнетика, изменение направления его атомов, в результате чего возникает тепло

КПД печей индукционного типа достигает 90%. Для



ВСЁ

идёт по плану...