

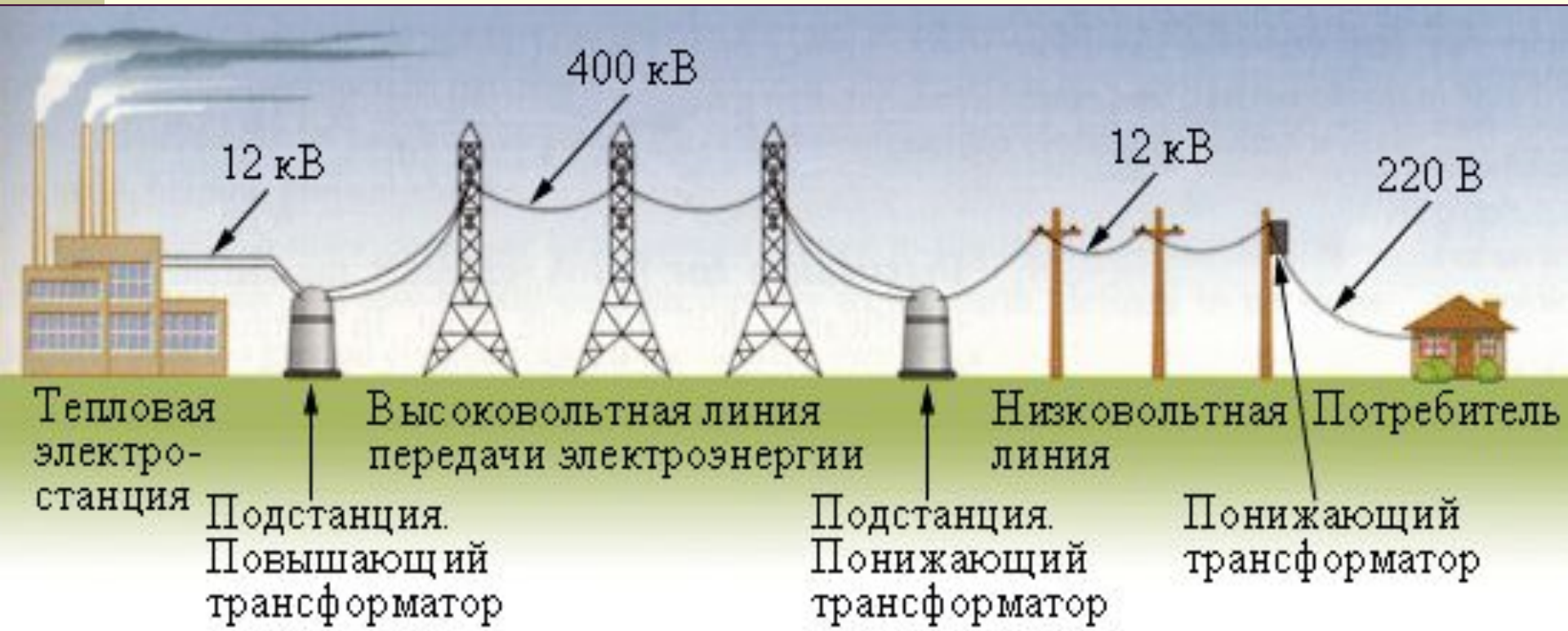
---

# Передача электрической энергии. Трансформаторы

Написать конспект, решить задачи на последнем слайде с развернутым ответом. Задание сдать до 23.03.20

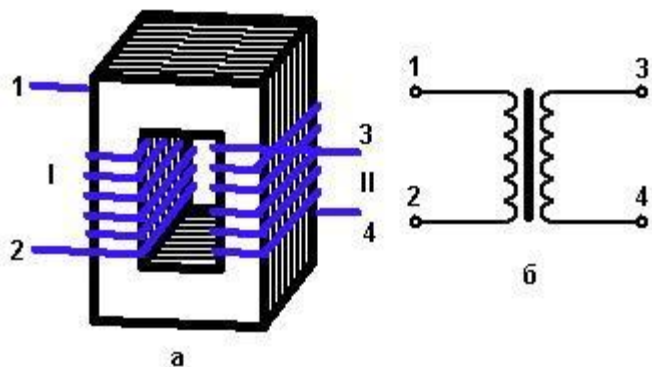
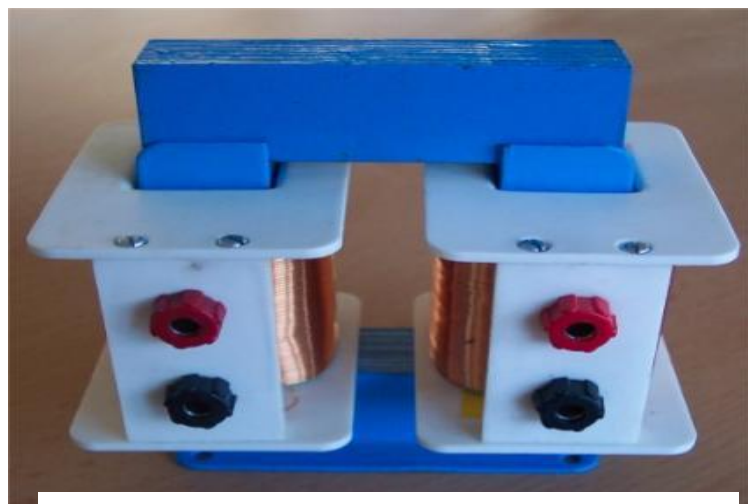
## Линия электропередач

Большая часть электроэнергии передаётся по линиям электропередач переменного тока

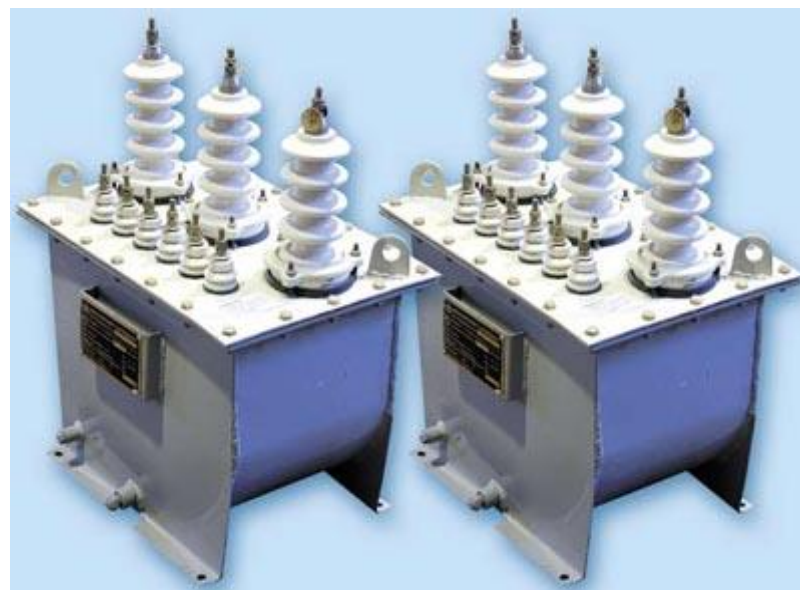
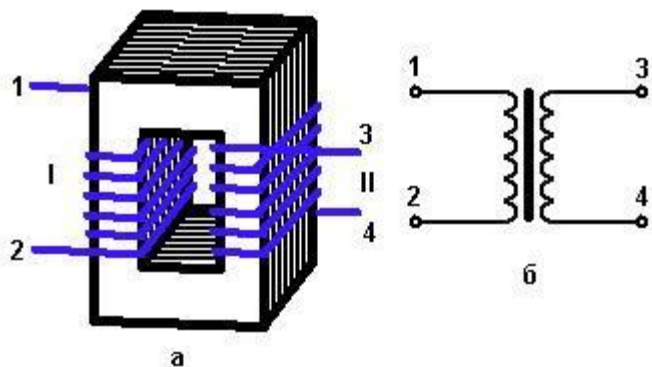
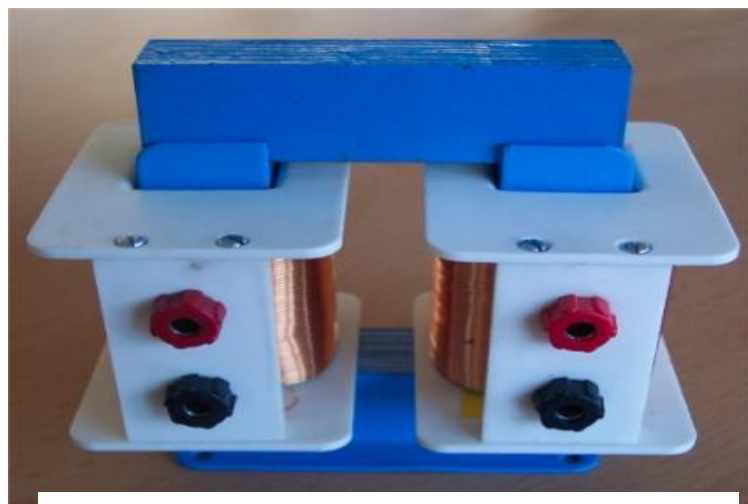


**Трансформатор –  
устройство, применяемое  
для повышения или  
понижения переменного  
напряжения**

**Трансформатор** (от лат. transformo - преобразую) - устройство по преобразованию переменного тока одного напряжения в переменный ток другого напряжения при неизменной частоте и без кардинальных потерь мощности.



**Трансформатор** (от лат. transformo - преобразую) - устройство по преобразованию переменного тока одного напряжения в переменный ток другого напряжения при неизменной частоте и без кардинальных потерь мощности.





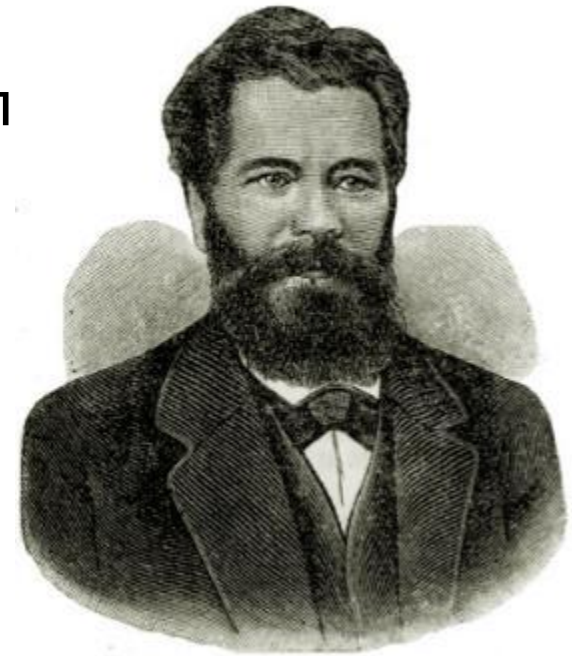
# Изобретателем трансформатора является русский ученый **П.Н.Яблочков (1878)**

**Павел Николаевич Яблочков — русский электротехник, военный инженер, изобретатель и предприниматель. Известен разными изобретениями в области электротехники.**

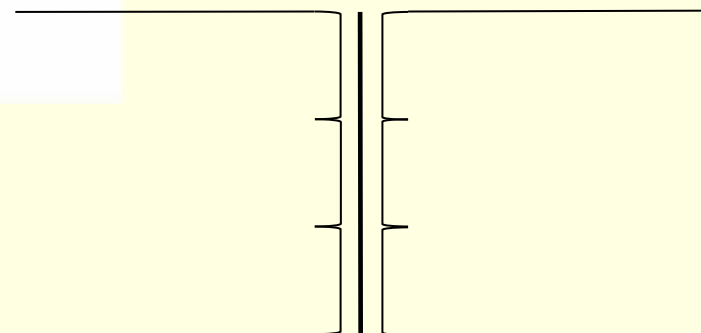
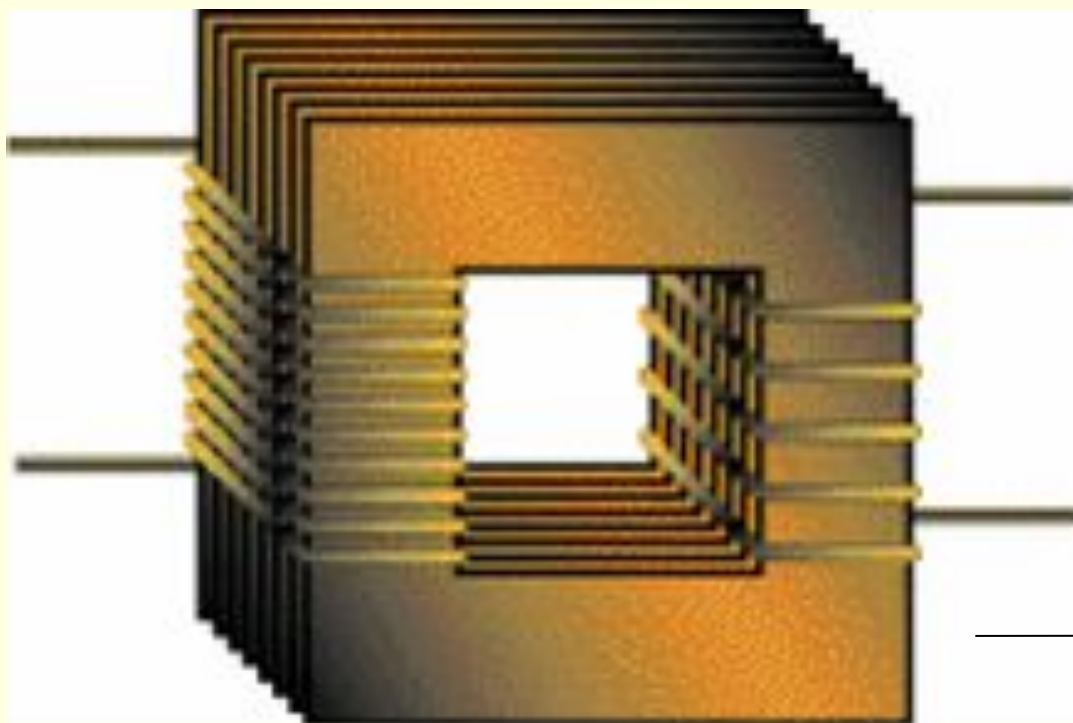
**П. Н. Яблочков сконструировал первый генератор переменного тока, который, в отличие от постоянного тока, обеспечивал равномерное выгорание угольных стержней в отсутствие регулятора. Первым применил переменный ток для промышленных целей. Создал трансформатор переменного тока (30 ноября 1876 года, дата получения патента, считается датой рождения первого трансформатора), электромагнит с плоской обмоткой и впервые использовал статистические конденсаторы в цепи переменного тока.**



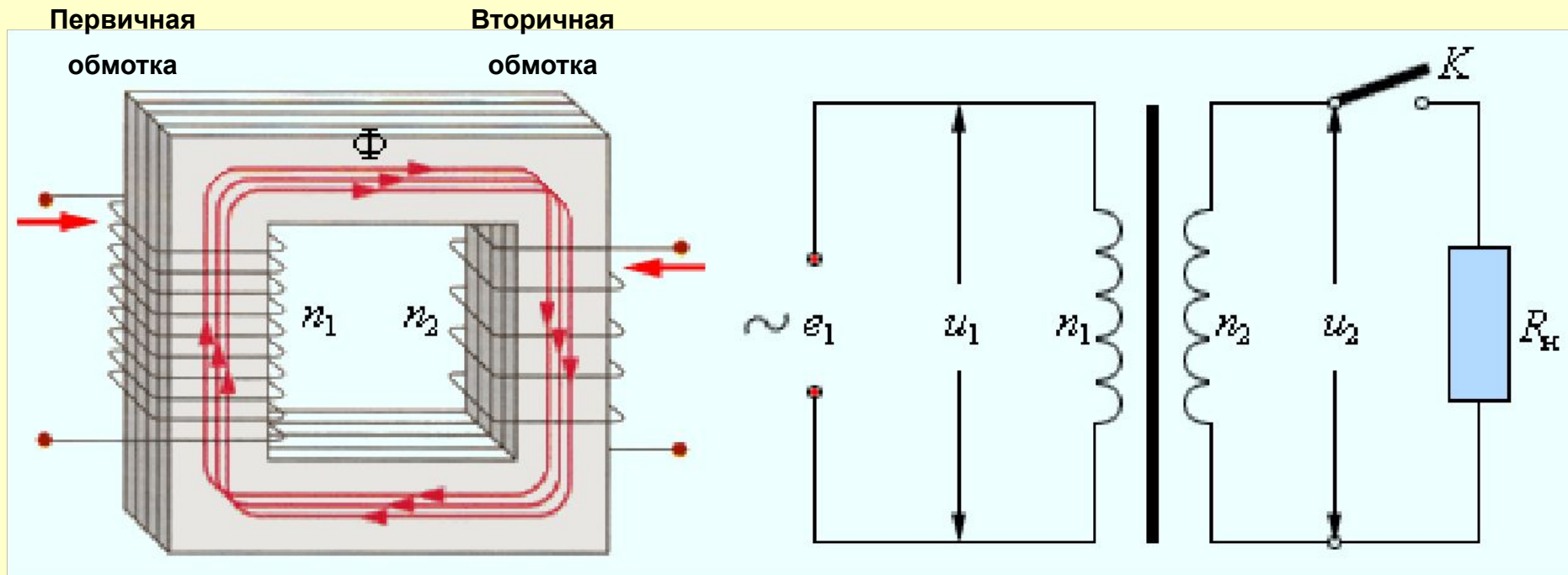
**Усовершенствовал трансформатор**  
**И. Ф. Усагин (1882)**



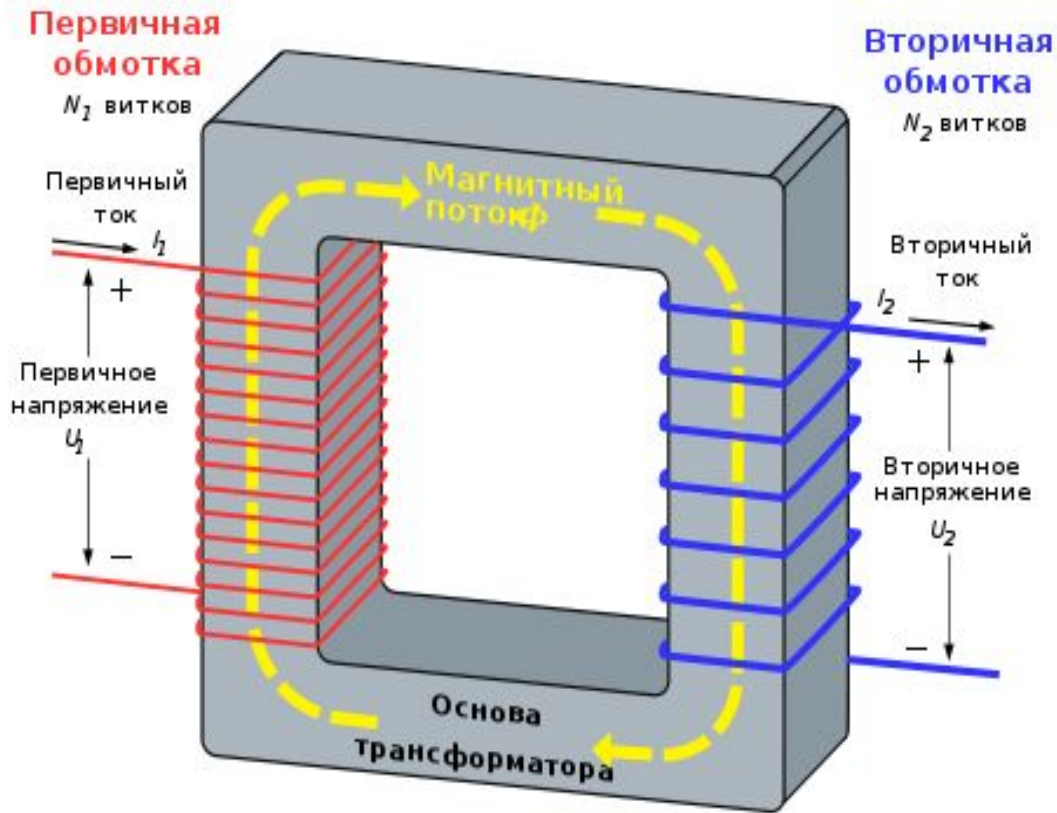
# Устройство трансформатора



# Принцип действия трансформатора

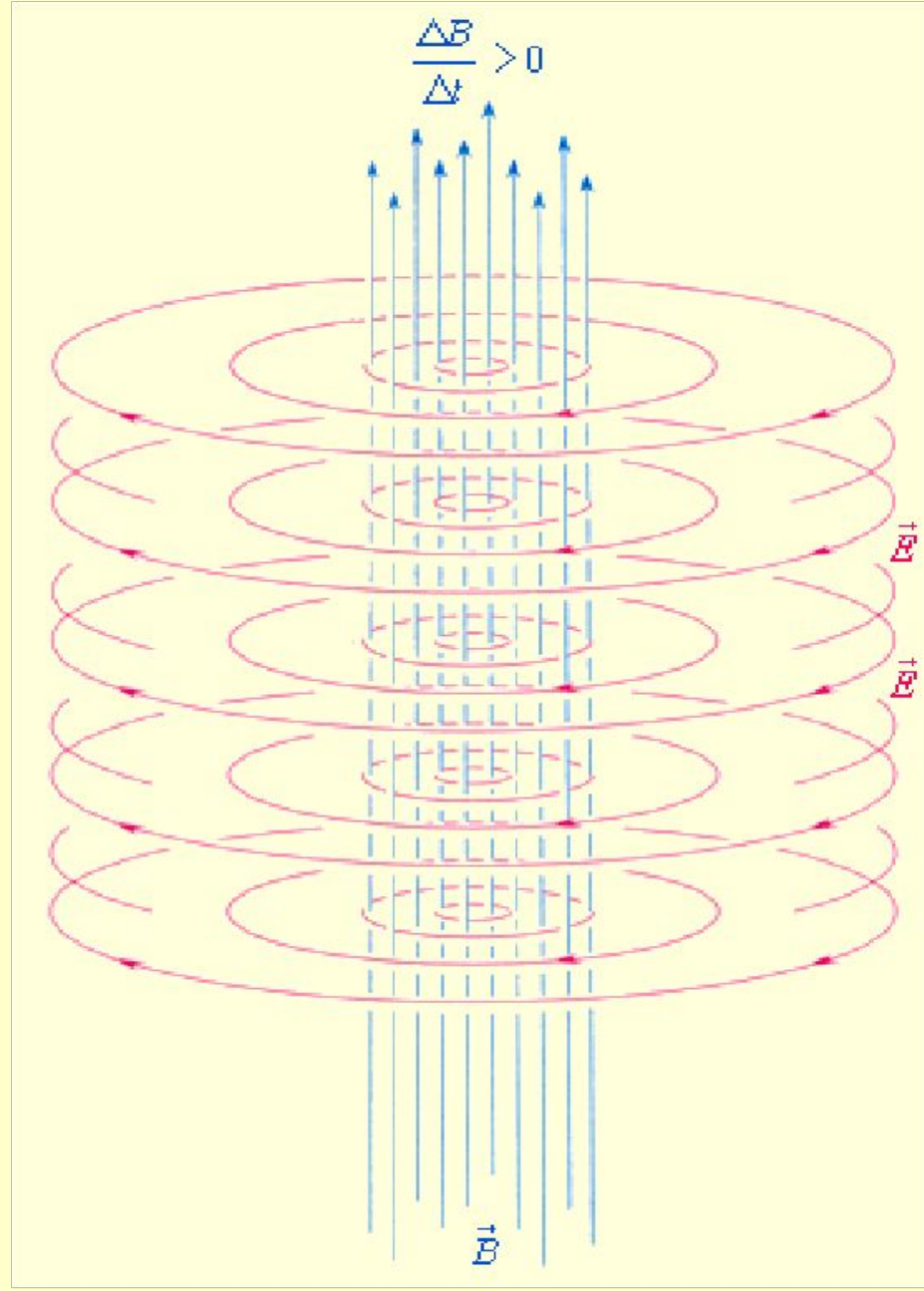






## Устройство трансформатора.

- Две катушки с разными числами витков одеты в стальной сердечник
  - Катушка, подключенная к источнику – первичная катушка. ( $N_1$ ,  $U_1$ ,  $I_1$ )
  - Катушка, подключенная к потребителю – вторичная катушка. ( $N_2$ ,  $U_2$ ,  $I_2$ )
- $N$ -число витков.  $U$ -напряжение.  $I$ -сила тока.



**Коэффициент трансформации –  
величина, равная отношению  
напряжений в первичной и втори-  
чной обмотках трансформатора**

$$k = \frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2}$$

**Коэффициент трансформации  
определяет тип трансформатора**

$$K = \frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2} \approx \frac{I_2}{I_1}$$

**Вывод: 1)  $K < 1$ , если  $N_2 > N_1$  или  $U_2 > U_1$  –  
повышает**

**2).  $K > 1$  если  $N_2 < N_1$  или  $U_2 < U_1$  – понижает U**

**Повышающий трансформатор -  
трансформатор, увеличивающий  
напряжение.**

$$U_2 > U_1, N_2 > N_1, k < 1$$

**Понижающий трансформатор -  
трансформатор, уменьшающий  
напряжение.**

$$U_2 < U_1, N_2 < N_1, k > 1$$



$$\text{КПД} = \frac{P_2}{P_1} = \frac{I_2 U_2}{I_1 U_1}$$

$P_1, P_2$  - мощность



4) Для трансформатора выполняется условие

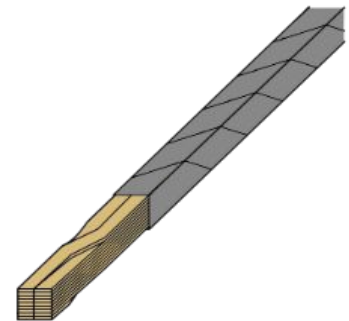
$$I_1 U_1 \approx I_2 U_2$$

3) Во сколько раз трансформатор увеличивает напряжение во, столько же раз и уменьшает силу тока.

# ПОТЕРИ ЭНЕРГИИ В ТРАНСФОРМАТОРЕ

Потери энергии в трансформаторе складываются из:

1. потерь на нагревание обмоток, поэтому обмотки делаются из меди.
2. потерь на нагревание сердечника, поэтому сердечник делается наборным, все пластины изолированы.
3. потери на перемагничивание сердечника, сердечник выполняется из мягкой трансформаторной стали.

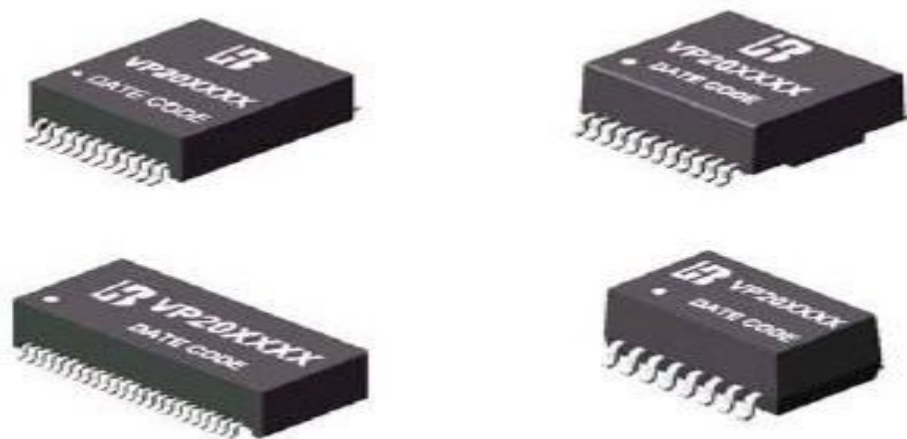
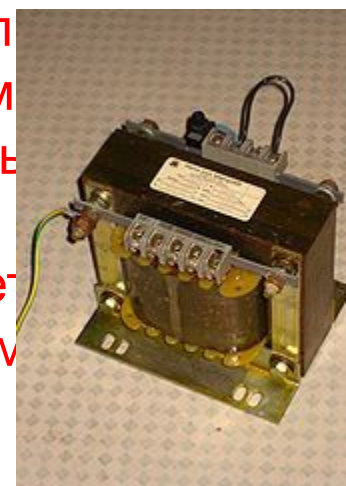


- Как вам известно, согласно закону Джоуля – Ленца:  $Q=I^2Rt$ , т.е. передача энергии связана с её потерями. Потери мощности можно определить следующим образом:  $P=I^2R$  ,  
Значит, потеря мощности зависит от силы тока и сопротивления.
- Сопротивление  $R=\rho l/S$  , т.е. чтобы уменьшить сопротивление, надо увеличить толщину проводов, а это очень неэкономично, поэтому сопротивление уменьшить нельзя. Остаётся только **уменьшить силу тока**. Мы знаем, что  $P=IU$  поэтому, при постоянной мощности, уменьшая силу тока в несколько раз, надо увеличить напряжение во столько же раз.

## Применение в источниках питания

### Компактный трансформатор

Для питания разных узлов электроприборов требуются самые разнообразные напряжения. Например, в телевизоре используются напряжения от 5 вольт, для питания микросхем и транзисторов, до 20 киловольт, для питания анода кинескопа. Все эти напряжения получают с помощью трансформаторов (напряжение 5 вольт с помощью сетевого трансформатора, напряжение 20 кВ с помощью строчного трансформатора). В компьютере также необходимы напряжения 5 и 12 вольт для питания разных блоков. Все эти напряжения преобразуются из напряжения электрической сети с помощью трансформатора со многими вторичными обмотками.



Трансформаторные модули, разработанные для интернет телефонии и сетей Ethernet.

# Базовые принципы действия трансформатора

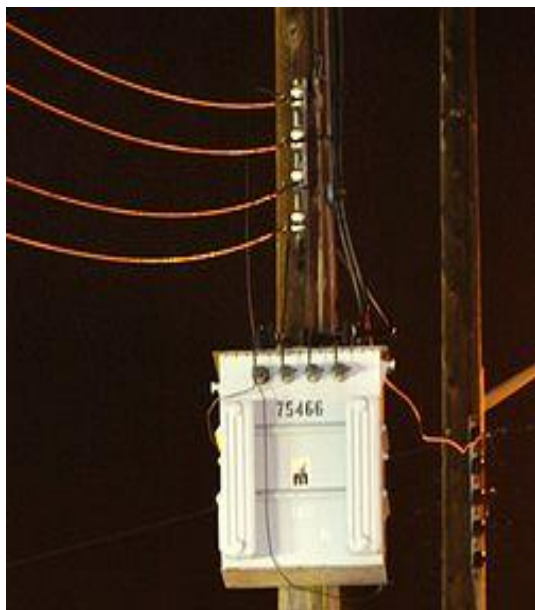
Работа трансформатора основана на двух базовых принципах:

- Изменяющийся во времени электрический ток создаёт изменяющееся во времени магнитное поле (электромагнетизм)
- Изменение магнитного потока, проходящего через обмотку, создаёт ЭДС в этой обмотке (электромагнитная индукция)



# Применение трансформаторов

Наиболее часто трансформаторы применяются в электросетях и в источниках питания различных приборов.



1. Трансформатор, содержащий в первичной обмотке 300 витков, включен в сеть напряжением 220 В. Во вторичную цепь трансформатора, имеющую 165 витков, включен резистор сопротивлением 50 Ом. Найдите силу тока во вторичной цепи, если падение напряжения на ней равно 50 В.
2. Понижающий трансформатор дает ток 20 А при напряжении 120 В. Первичное напряжение равно 22000 В. Чему равны ток в первичной обмотке, а также входная и выходная мощности трансформатора, если его КПД равен 90%?
3. Повышающий трансформатор создает во вторичной цепи ток 2 А при напряжении 2200 В. Напряжение в первичной обмотке равно 110 В. Чему равен ток в первичной обмотке, а также входная и выходная мощности трансформатора, если потерь энергии в нем нет?