

**ГЕНЕРИРОВАНИЕ  
ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ  
ЭНЕРГИИ.  
ТРАНСФОРМАТОР.**

# Преимущества электроэнергии перед всеми другими видами энергии

- *Ее можно передавать по проводам на огромные расстояния со сравнительно малыми потерями*
- *Удобно распределять между потребителями*
- *С помощью достаточно простых устройств легко превратить в любые другие формы: механическую, внутреннюю (нагревание тел), энергию света и т. д.*

# Электрический ток



Постоянный



Переменный

- **Переменным** называется ток, периодически изменяющийся со временем.

**Генераторы — это электрические машины, преобразующие механическую энергию в электрическую.**



Гальванические  
элементы



электростатические  
машины



термобатареи



солнечные  
батареи



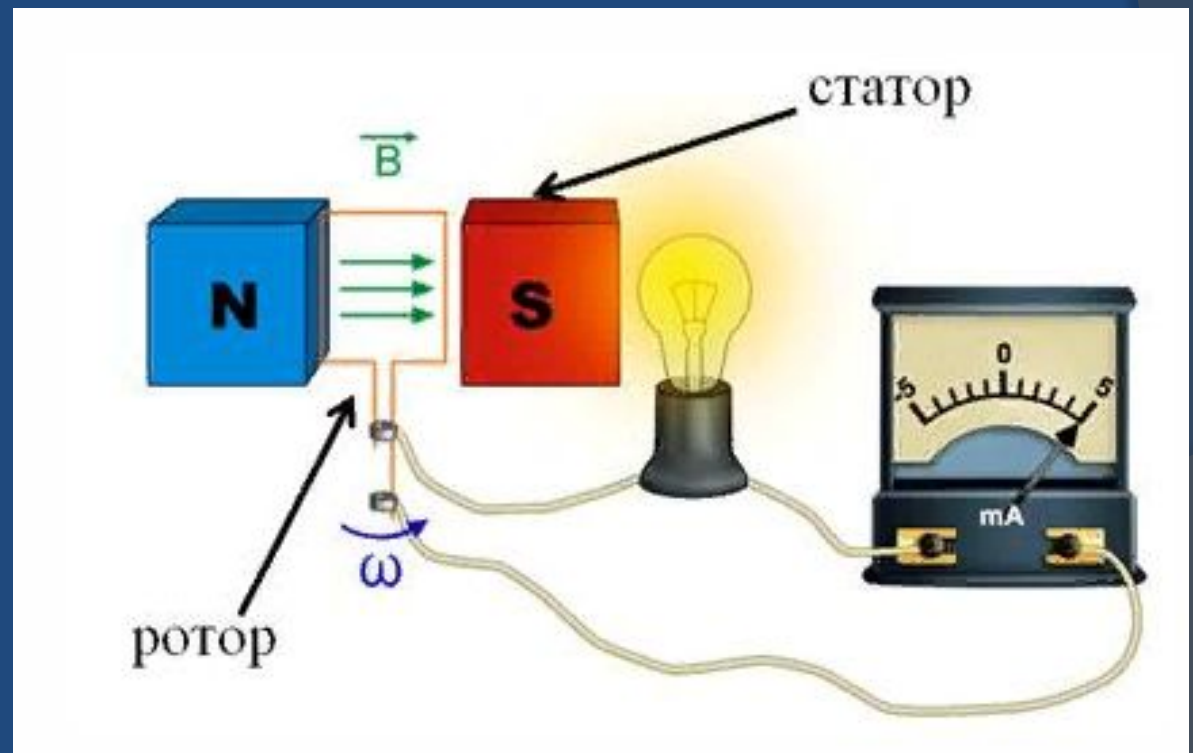
Область применения различных генераторов различна и определяется их характеристиками:

электростатические машины создают высокую разность потенциалов, но они не способны создать в цепи сколько-нибудь значимую силу тока.

Гальванические же элементы наоборот могут дать большой ток, но продолжительность их невелика.



В современной энергетике применяют индукционные генераторы переменного тока, в которых используется явление электромагнитной индукции. Такие генераторы позволяют получать большие токи при достаточно высоком напряжении.



# ПРИНЦИП УСТРОЙСТВА ГЕНЕРАТОРОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА

1 неподвижный сердечник-статор;

2 подвижный сердечник- ротор

1. Корпус

2. Виток (Обмотки-якорь)

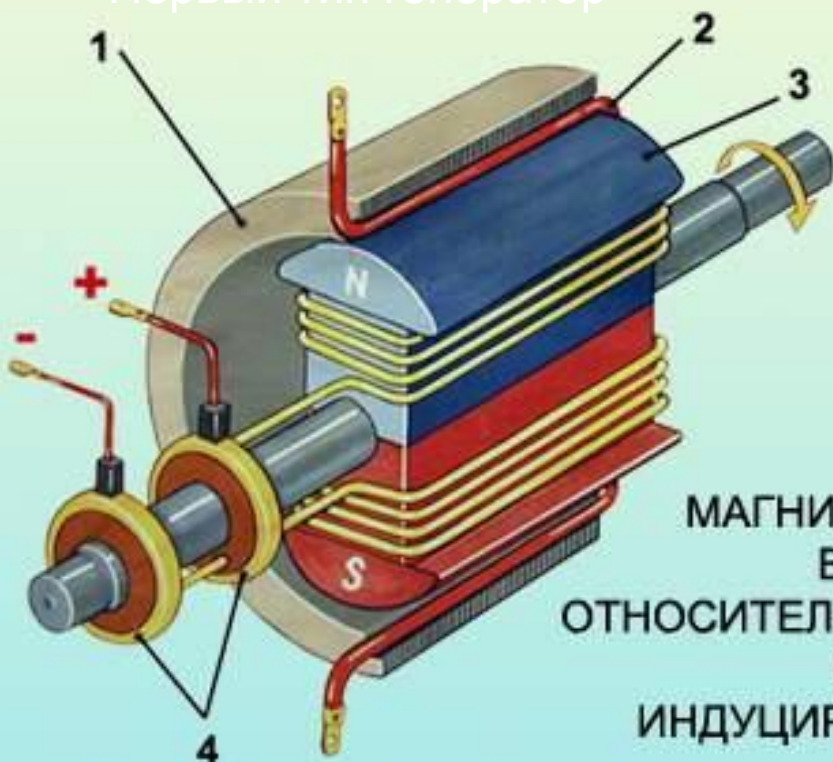
3. Электромагнит (или постоян. магнит

4. Скользящие контакты -индуктор)

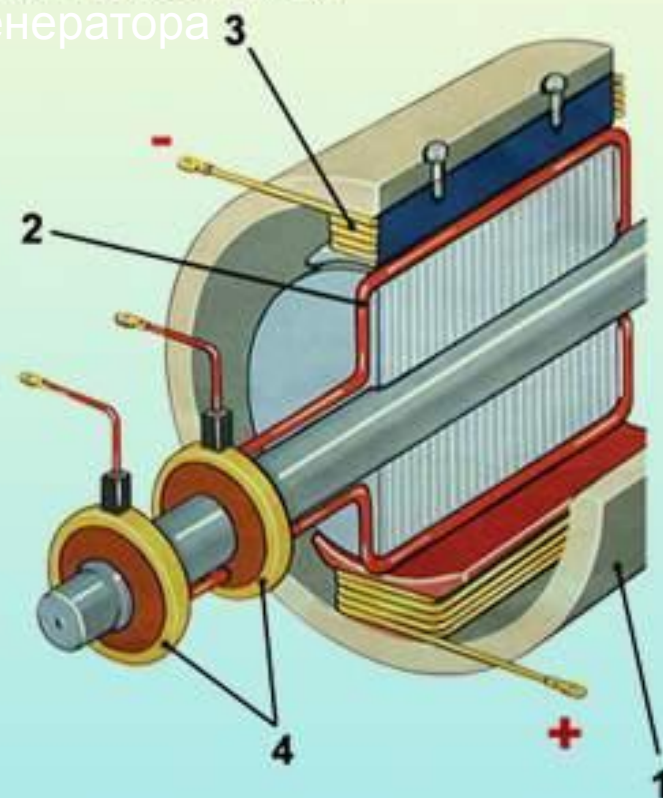
ВИТОК, В КОТОРОМ ИНДУЦИРУЕТСЯ  
ТОК ВРАЩАЕТСЯ ОТНОСИТЕЛЬНО  
МАГНИТНОГО ПОЛЯ

Первый тип генератор

второй тип генератора

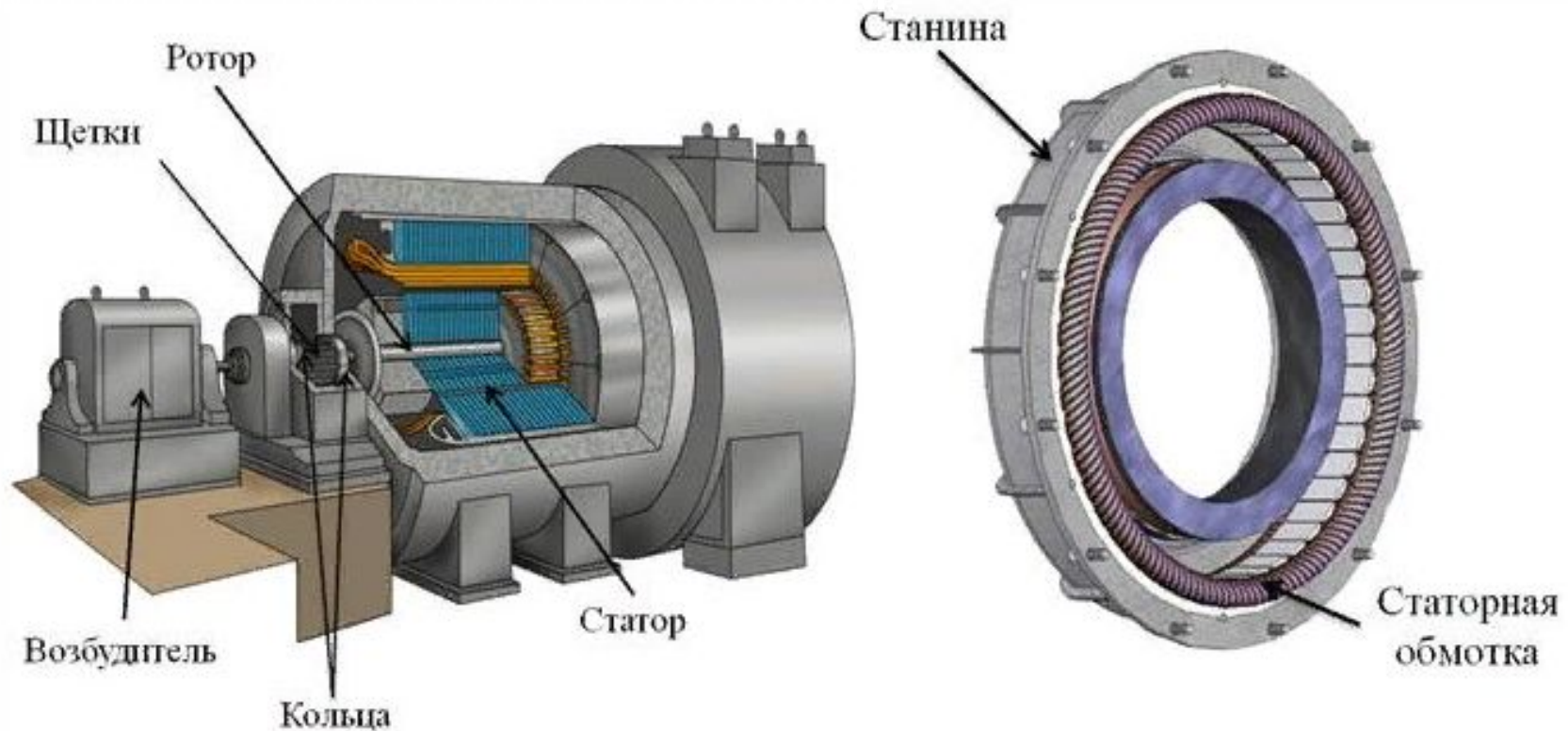


МАГНИТНОЕ ПОЛЕ  
ВРАЩАЕТСЯ  
ОТНОСИТЕЛЬНО ВИТКА,  
В КОТОРОМ  
ИНДУЦИРУЕТСЯ ТОК



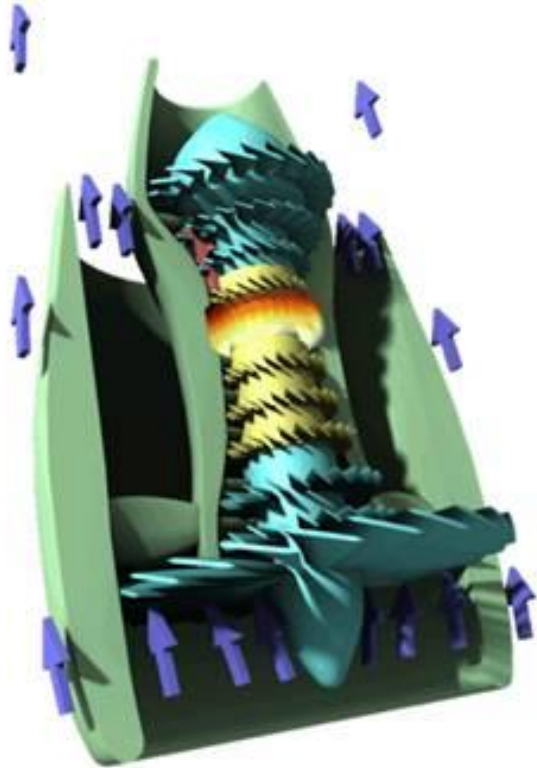
ИНДУКЦИОННЫЙ ТОК ВОЗНИКАЕТ В ТЕХ СТОРОНАХ ВИТКА,  
КОТОРЫЕ ПЕРЕСЕКАЮТСЯ МАГНИТНЫМИ ЛИНИЯМИ.

**Статор промышленного генератора** представляет собой стальную станину цилиндрической формы (**станина** — это основная несущая часть машины, на которой монтируются различные рабочие узлы, механизмы и прочее). Во внутренней его части прорезаются пазы, в которые укладывается **толстый медный провод**. Именно в них и индуцируется переменный электрический ток при изменении пронизывающего их магнитного потока.

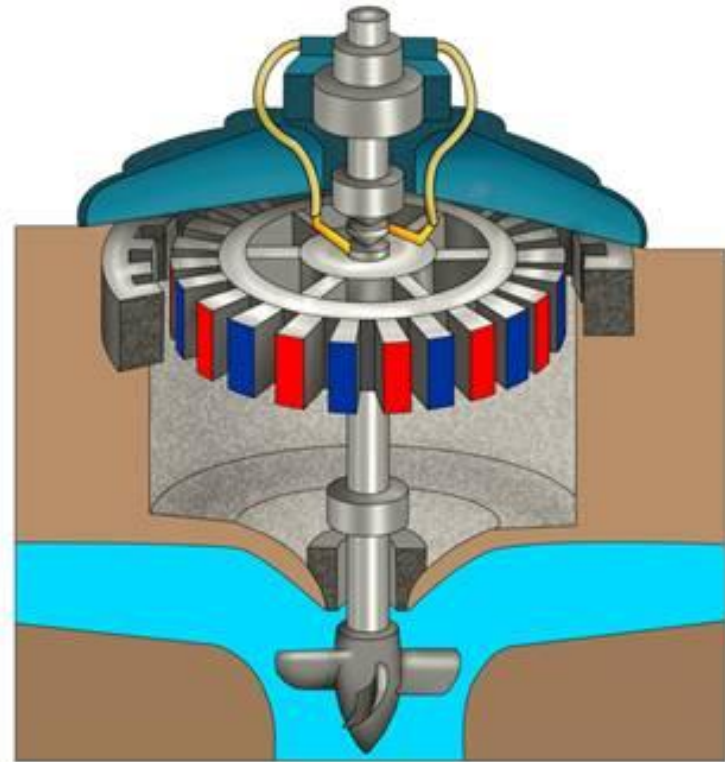




На тепловых электростанциях ротор генератора вращается с помощью паровой турбины, на гидроэлектростанциях — с помощью водяной турбины.



Парогенератор



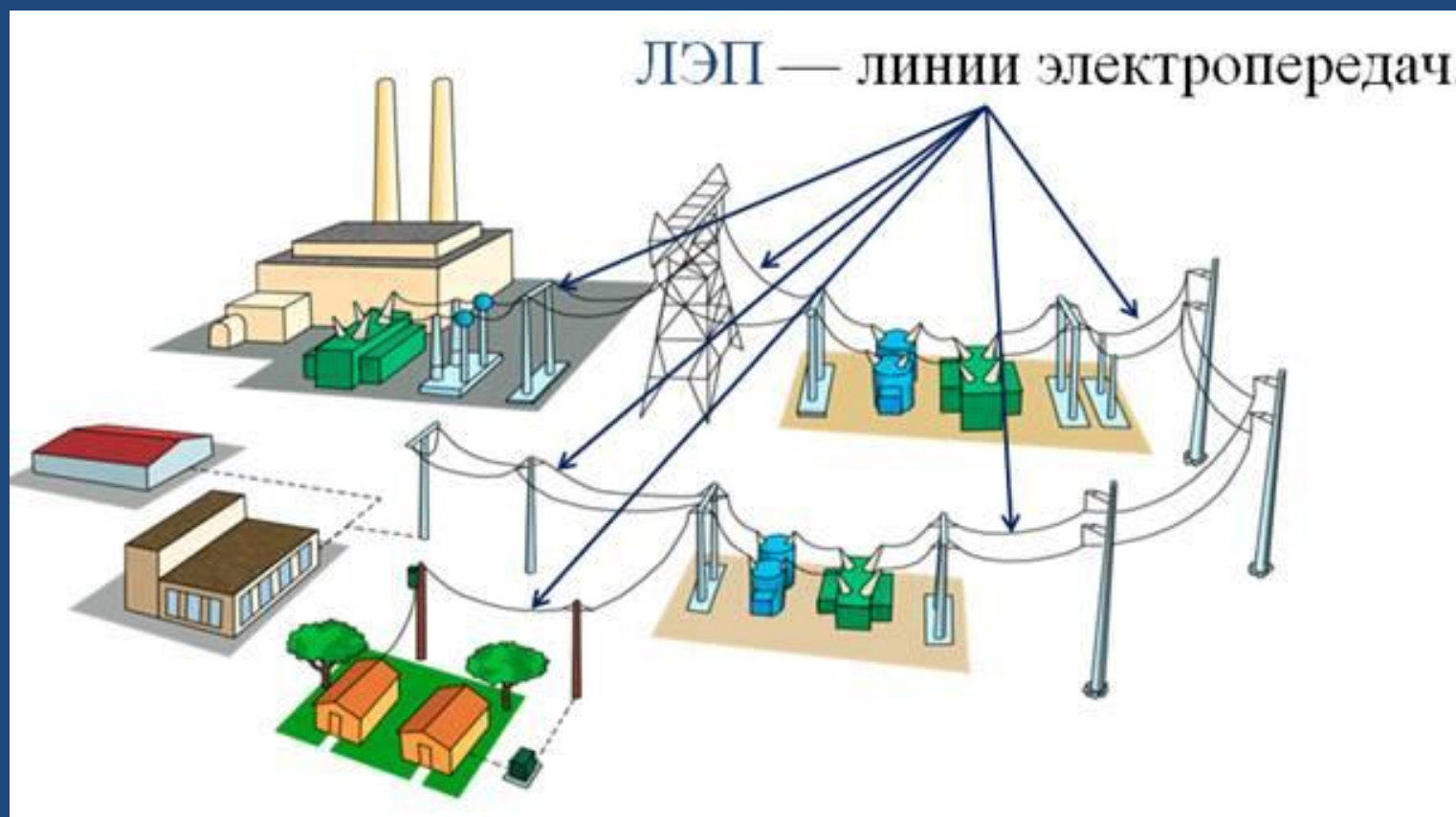
Гидрогенератора

Ротор гидрогенератора имеет не одну, а несколько пар магнитных полюсов.

**Чем больше пар полюсов, тем больше частота переменного электрического тока, вырабатываемого генератором при данной скорости вращения ротора.**



Но ее каким-то образом надо передать потребителям, часто находящимся очень далеко от станции. Для этого между станцией и потребителем строят **линии электропередач.**



**Чем дальше от электростанции находится потребитель тока, тем больше энергии тратится на нагревание проводов и тем меньше доходит до потребителя.**



Закон Джоуля-Ленца  
 $Q = I^2 R \Delta t$

Уменьшение  
потерь

Уменьшение  
сопротивления проводов

Уменьшения силы тока  
в проводах

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

$$P = UI$$

Уменьшение  
удельного  
сопротивления

Увеличение  
площади  
сечения

Увеличение напряжение

**Трансформатор** — устройство, служащее для преобразования силы и напряжения переменного тока при неизменной частоте.

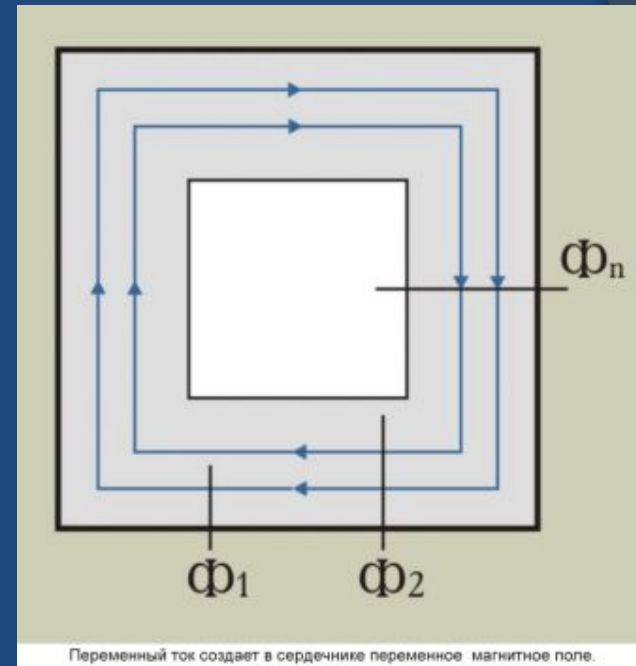
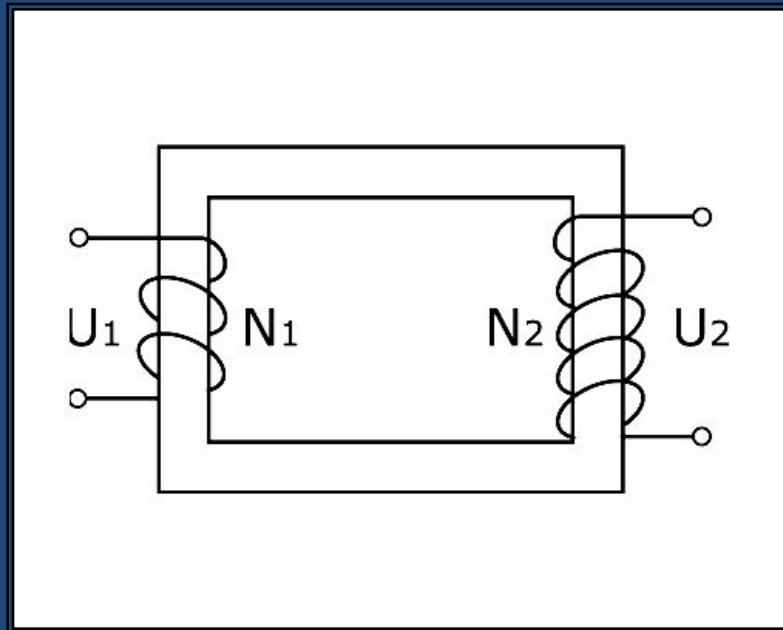


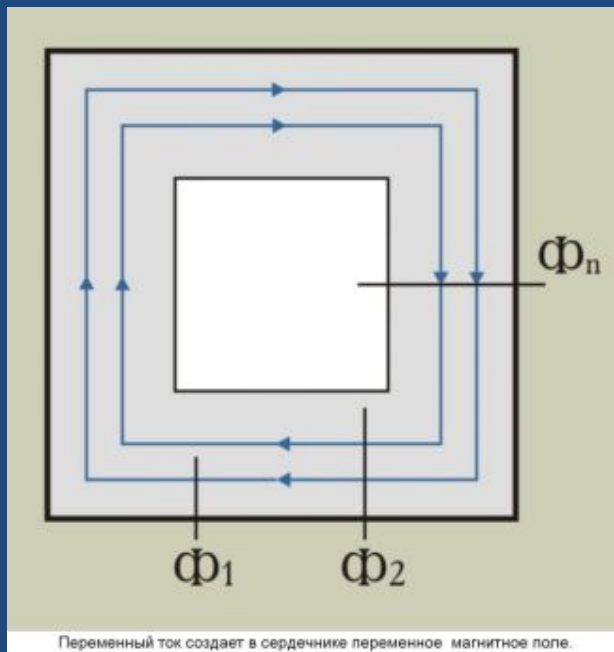
П. Н. Яблочков  
26. 09. 1847 — 31. 03.  
1894



## Режим холостого хода

Этот режим имеет место при разомкнутой вторичной цепи.  $I_2=0$





Мгновенное значение ЭДС индукции  $e$  в любом витке первичной или вторичной обмотках одинаково. Согласно закону Фарадея определяется формулой

$$e = -\dot{\Phi}$$

$$\Phi = \Phi_m \cos \omega t$$

$$e = \omega \Phi_m \sin \omega t = E_m \sin \omega t$$

$$e_1 = N_1 e$$

- полная ЭДС первичной обмотки

$$e_2 = N_2 e$$

- полная ЭДС вторичной обмотки

Так как R обмоток мало, то  $|U_1| \approx |e_1|$  и  $|U_2| = |e_2|$



$$\frac{e_1}{e_2} = \frac{N_1}{N_2}$$

Мгновенные значения ЭДС  $e$  можно заменить действующими  $E$  тогда



**Коэффициент трансформации – величина, равная отношению напряжений в первичной и вторичной обмотках трансформатора**

$$\frac{U_1}{U_2} \approx \frac{E_1}{E_2} = \frac{N_1}{N_2} = k$$

**нажми**

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

*если  $-k < 1$ , то*

$$U_2 > U_1, N_2 > N_1$$

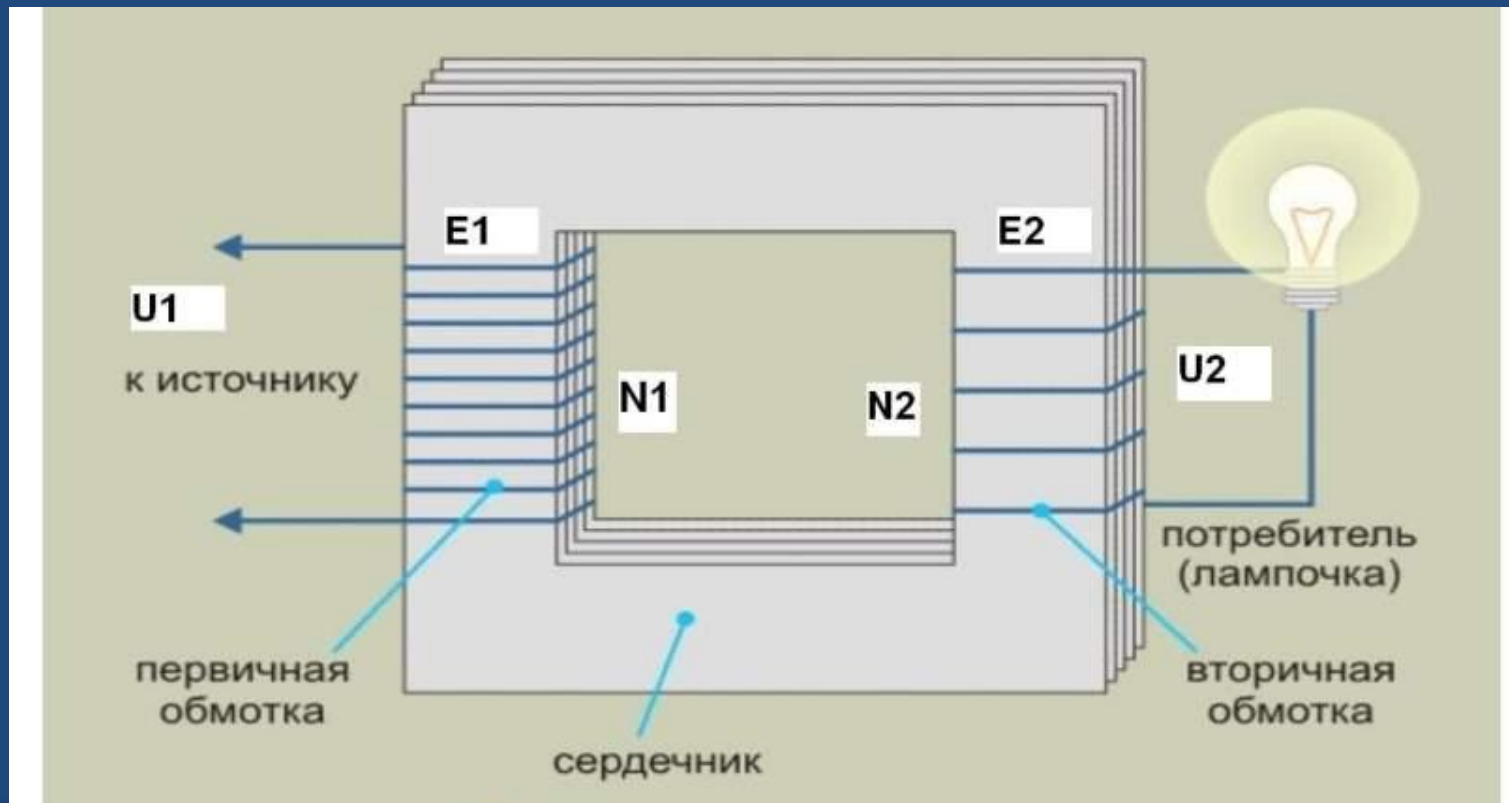
**Понижающий трансформатор - трансформатор, уменьшающий напряжение.**

*если  $-k > 1$ , то*

$$U_2 < U_1, N_2 < N_1$$

## Рабочий ход ( под нагрузкой)

Этот режим имеет место при замкнутой вторичной цепи.  
В этом случае трансформатор нагружен, т.е. подключены потребители.



На этом режиме мощность в первичной цепи приблизительно равна мощности во вторичной

$$P_1 \approx P_2 \quad \Rightarrow \quad I_1 U_1 \approx I_2 U_2$$

$$\frac{U_1}{U_2} \approx \frac{I_2}{I_1}$$

Это означает, что, повышая с помощью трансформатора напряжение в несколько раз, мы во столько же раз уменьшаем силу тока (и наоборот)

# Применение трансформатора



## Меры, принимаемые для уменьшения потерь энергии в трансформаторе

- Сердечник делают замкнутым
- Обмотка низкого напряжения делается большего сечения
- Сердечник делают из изолированных пластин

Коэффициент полезного действия современных трансформаторов достигает 95 — 99%, а сдвиг фаз между колебаниями силы тока и напряжения близки к нулю.

# КПД ТРАНСФОРМАТОРА

- ×  $P_1$  и  $P_2$  – мощность тока в первичной и вторичной обмотках.
- ×  $\eta$  - Коэффициент полезного действия (КПД)
- ×  $\eta = 96-99\%$

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

**Вывод:** Во сколько раз трансформатор увеличивает напряжение переменного тока, во столько же раз уменьшается сила тока.



# Применение трансформатора



## Решение задач

*Задача 1.* Сколько витков должна иметь вторичная обмотка трансформатора, чтобы повысить напряжение с 220 до 11000 В, если в первичной обмотке 20 витков? Каков коэффициент трансформации?

*Задача 2.* Под каким напряжением находится первичная обмотка трансформатора, имеющая 1000 витков, если во вторичной обмотке 3500 витков и напряжение 105 В?

**Задача 3.** Мощность, потребляемая трансформатором, 90 Вт. Определите силу тока во вторичной обмотке, если напряжение на зажимах вторичной обмотки 12 В и КПД трансформатора 75%.

4. Первичная обмотка трансформатора находится под напряжением 220 В, по ней проходит ток 0,5 А. На вторичной обмотке напряжение составляет 9,5 В, а сила тока равна 11 А. Определите коэффициент полезного действия трансформатора.

# Ответить на вопросы:

1. Что представляет собой простейший генератор?
2. Перечислить преимущества переменного тока
3. Современный электромеханический индукционный генератор переменного тока.
4. Каково назначение трансформаторов?
5. Коэффициент трансформации.
6. Режим холостого хода трансформатора.
7. Работа нагруженного трансформатора.