

---

# Переменный ток

Тема №4



# Переменный ток



## Повторим:

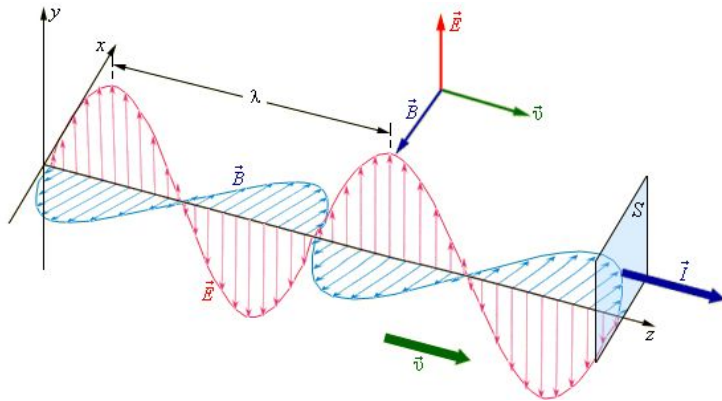
- Электромагнитные колебания
- Закон электромагнитной индукции
- Самоиндукция

## Узнаем:

- Переменный электрический ток
- Синусоидальный ток
- История развития электричества в мире. “Война токов”.

# Повторим

## Электромагнитные колебания



Существуют электромагнитные волны, то есть распространяющееся в пространстве и во времени электромагнитное поле. Электромагнитные волны поперечны – векторы  $\vec{E}$  и  $\vec{B}$  перпендикулярны друг другу и лежат в плоскости, перпендикулярной направлению распространения волны.

На рисунке синусоидальная (гармоническая) электромагнитная волна. Векторы  $\vec{E}$ ,  $\vec{B}$  и  $\vec{V}$  взаимно перпендикулярны.

# Повторим

## Индукция. Самоиндукция.

Магнитный поток

-  $\Phi = BS \cos \alpha$

количество пронизывающих контур линий магнитной индукции.

ЭДС самоиндукции

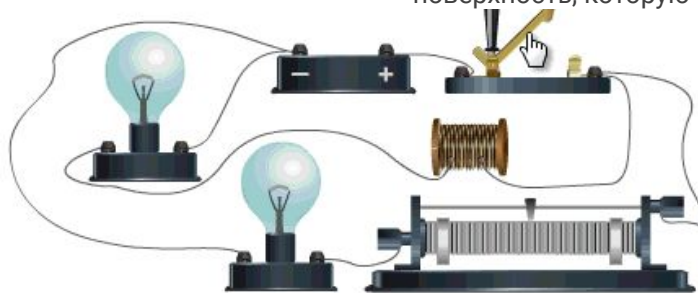
-  $\mathcal{E}_{si} = -L \frac{\Delta I}{\Delta t}$

ЭДС самоиндукции  $\mathcal{E}_{si}$  препятствует нарастанию силы тока при включении цепи и убыванию силы тока при размыкании цепи.

Закон ЭМИ

-  $\mathcal{E}_i = -\Delta\Phi/\Delta t$

ЭДС индукции возникающая в замкнутом контуре равна по модулю скорости изменения магнитного потока через поверхность, которую ограничивает этот контур.



# Переменный ток



## Свойства переменного тока

Электрический ток, меняющий свою величину и направление с течением времени, называется **переменным током**.

**Переменный ток**, как и постоянный, также является упорядоченным движением заряженных частиц. Но постоянный ток всегда имеет одно направление, от «+» к «-». А переменный ток своё направление постоянно меняет, то есть течёт то в одну, то в другую сторону. Поэтому одно из его направлений условно принимают за положительное, а направление, противоположное ему, считают отрицательным. В зависимости от этого в конкретный момент времени алгебраическая величина тока будет иметь знак «плюс» или знак «минус».

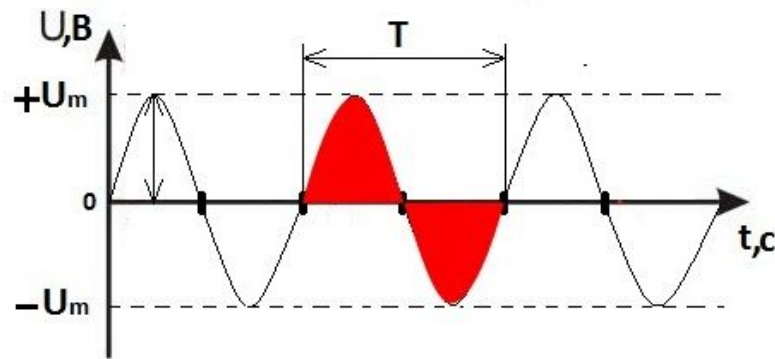
# Переменный периодический ток

Представим, что за какое-то время  $T$  переменный ток пройдёт цикл изменений и вернётся к своему первоначальному значению. Следующий такой же цикл он также пройдет за такое же время  $T$ . Такой ток называется периодическим переменным током, а величина  $T$  - периодом тока. Это наименьший промежуток времени, через который изменения силы тока и напряжения повторяются. Измеряется период в секундах.

$$\nu = 1/T$$

Величина, обратная периоду, называется частотой тока ( $\nu$ ). Она отображает количество периодов (полных колебаний), которые ток проходит в единицу времени. Измеряется в герцах (Гц).

[Ссылка на видеоролик  
https://drive.google.com/file/d/  
1VL07Tb8MQOwWDP0Lduxy  
aAQi73n3HKcm/view](https://drive.google.com/file/d/1VL07Tb8MQOwWDP0LduxyaAQi73n3HKcm/view)

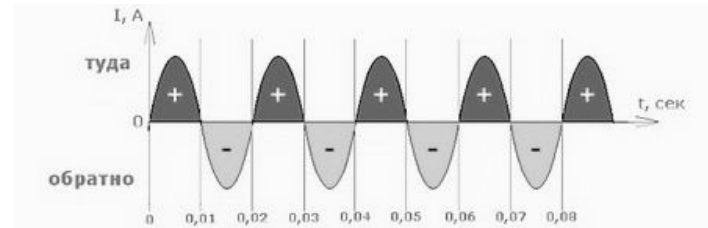


Основные параметры переменного тока – период, частота и амплитуда.

# Переменный ток



## Синусоидальный ток



Наиболее распространён в электротехнике синусоидальный ток. Это периодический переменный ток, изменяющийся по закону синуса:

$$i = I_m \cdot \sin(\omega t + \Psi),$$

$$\omega = 2\pi f = 2\pi/T,$$

где  $i$  – значение тока в любой момент времени  $t$ ;

$I_m$  – мгновенное значение синусоидального тока;

где  $\omega$  – угловая частота;

$\Psi$  – начальная фаза переменного синусоидального тока (фаза в момент времени  $t = 0$ ).

# Практикум по решению задач



## Задача №1

За 5 мс магнитный поток, пронизывающий контур, убывает с 9 до 4 мВб. Найти ЭДС индукции в контуре.

## Задача №2

Какая ЭДС самоиндукции возникает в катушке с индуктивностью 68 мГн, если ток силой 3,8 А исчезнет в неё за 0,012 с ?



# Практикум по решению задач

## Задача №1

За 5 мс магнитный поток, пронизывающий контур, убывает с 9 до 4 мВб. Найти ЭДС индукции в контуре

$$\begin{aligned}\Delta t &= 5 \text{ мс} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ с}, \\ \Phi_1 &= 9 \text{ мВб} = 9 \cdot 10^{-3} \text{ Вб}, \\ \Phi_2 &= 4 \text{ мВб} = 4 \cdot 10^{-3} \text{ Вб}.\end{aligned}$$

Найти  $\varepsilon$ .

Решение.

$$\varepsilon = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -\frac{\Phi_2 - \Phi_1}{\Delta t} = \frac{9 \cdot 10^{-3} \text{ Вб} - 4 \cdot 10^{-3} \text{ Вб}}{5 \cdot 10^{-3} \text{ с}} = 1 \text{ В}$$

Ответ:  $\varepsilon = 1 \text{ В}$

## Задача №2

Какая ЭДС самоиндукции возникает в катушке с индуктивностью 68 мГн, если ток силой 3,8 А исчезнет в неё за 0,012 с?

$$\mathcal{E}_{si} = -L \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$\mathcal{E} = -L \cdot \Delta I / \Delta t = 68 \cdot 10^{-3} \cdot 3,8 / 12 \cdot 10^{-3} = 215,3 \text{ В}$$

Ответ: 215,3 В

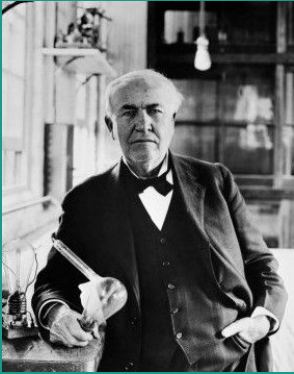
# Интересные факты

---

В России, как и в большинстве стран мира, стандартная частота переменного тока в электротехнике 50 Гц. В США и Канаде – 60 Гц. В Японии же используются оба варианта. В западной части применяется частота 60 Гц, а в восточной – 50 Гц. Так случилось, потому что в 1895 г. для Токио были закуплены генераторы немецкой компании AEG, а немного позже для Осаки - американские генераторы General Electric. Так как приведение этих сетей к единому стандарту оказалось весьма дорогостоящим делом, то всё было оставлено как есть, а между сетями установили четыре преобразователя частоты.



# Война токов

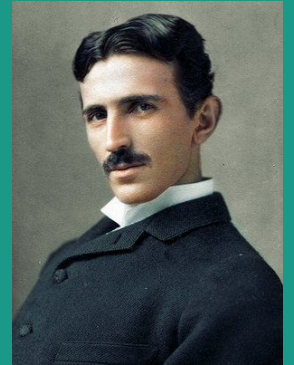


**Томас Алва Эдисон**

Какой ток лучше, постоянный или переменный? Споры на эту тему начались в 80-х годах XIX века и превратились в «войну токов», начало которой было положено двумя великими людьми – американским изобретателем Томасом Эдисоном и сербом по происхождению, инженером и физиком Николой Тесла.

Основанная Эдисоном в 1878 г. компания «Edison Electric Light» занималась строительством электростанций постоянного тока.

В 1887 г. в США по системе Эдисона работало более 100 электростанций постоянного тока. Но расстояние, на которое удавалось передавать электричество, не превышало 1,5 км.



**Никола Тесла**

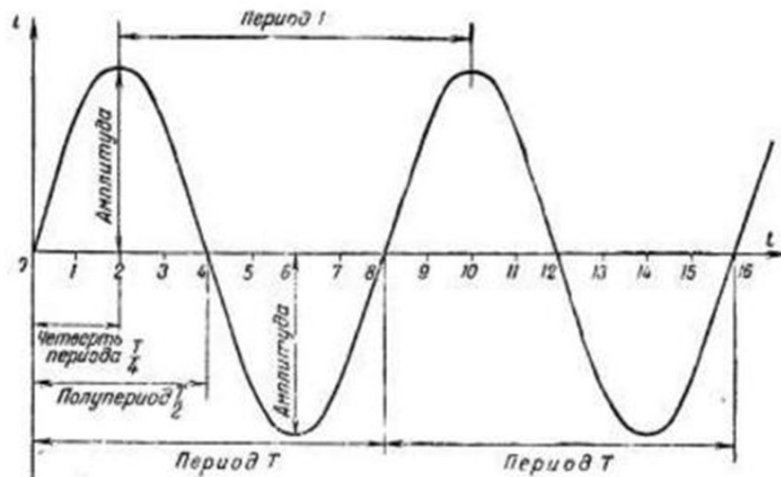
В 1882 г. Тесла изобрёл многофазный электродвигатель и счетчик переменного тока, отсутствие которого ранее было одним из препятствий в развитии технологий переменного тока.

Изобретенные Тесла трансформаторы давали возможность получать любое напряжение. А это позволяло передавать переменный ток на большие расстояния.

# Переменный ток

**Переменный ток** – это ток, модуль и направление которого периодически (т.е. точно повторяются через равные промежутки времени) меняются во времени.

На рисунке представлен случай **синусоидального тока** и показаны его основные параметры: амплитуда и период.





## Список литературы:

1. Сайт - Фоксфорд. Учебник (Онлайн-курс). Статья: Электромагнитные волны и их свойства Физика (Электромагнитные колебания и волны) - <https://foxford.ru/wiki/fizika/elektromagnitnye-volny-i-ih-svoystva>
2. Савельев И. В. Курс общей физики: Учеб. пособие. В 3-х т. Т. 2. Электричество и магнетизм. Волны. Оптика. — 3-е изд., испр. — М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1988. — 496 с.
3. Сайт - Школьная энциклопедия. Статья: Переменный электрический ток - <http://ency.info/materiya-i-dvigenie/elektrichestvo-i-magnetizm/413-peremennyj-elektricheskij-tok>