

# Переменный электрический ток

*"Кто действительно хочет понять все величие нашего времени, тот должен познакомиться с историей науки об электричестве.*

*И тогда он узнает сказку, которой нет и среди сказок "Тысячи и одной ночи"  
Никола Тесла «Сказка об электричестве»*

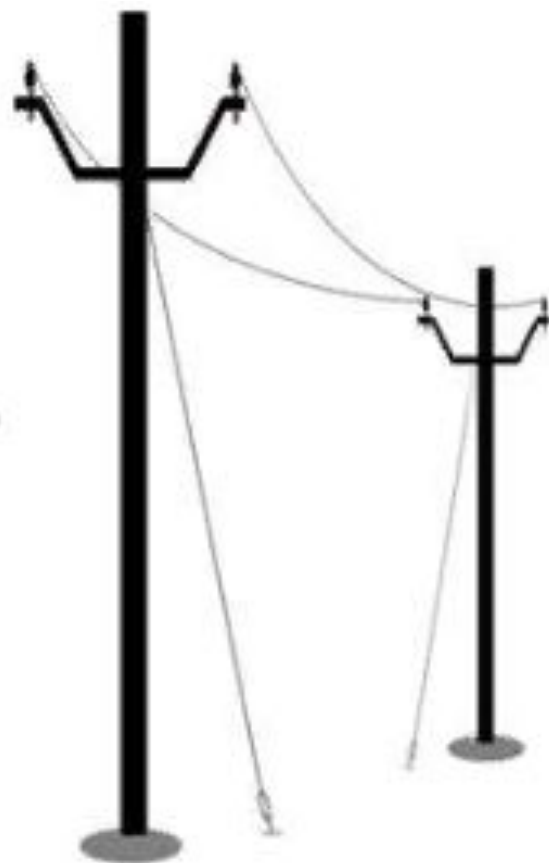
**Электромагнитные колебания** – это периодические изменения со временем электрических и магнитных величин в электрической цепи.

**Свободные электромагнитные колебания** – это колебания, которые происходят в идеальном колебательном контуре за счет расходования сообщенной этому контуру энергии, которая в дальнейшем не пополняется.

**Свободные колебания не могут существовать сколь угодно долго и со временем затухают.** Наибольшее практическое значение получили **вынужденные электромагнитные колебания.**

**Переменный электрический ток представляет собой вынужденные электрические колебания, происходящие в электрической цепи под действием периодически**

**Переменный электрический ток — это ток, периодически изменяющийся со временем.** В каждом доме есть розетки, в которые включают всю домашнюю технику и осветительные приборы, «питающиеся» переменным током напряжением 220 вольт. В мастерских имеются станки — к ним тоже подведен переменный ток, только более высокого напряжения. Во всех микрорайонах стоят будки с надписями «Трансформатор», в которых находятся трансформаторы, преобразующие переменный ток; вдоль дорог и по лесным просекам протянулись линии электропередачи переменного тока. Миллионы и миллионы генераторов, трансформаторов, электродвигателей во всем мире производят, передают и используют электрическую энергию благодаря особенностям этого вида тока, обнаруженным без



Крупнейший ученый XIX века **Герман**

**Гельмгольц** говорил, что до тех пор, пока люди пользуются благами электричества, они всегда будут с благодарностью вспоминать имя Фарадея. Явление электромагнитной индукции — фундаментальное научное открытие, совершенное английским физиком Майклом Фарадеем, — легло в основу современной технической цивилизации и кардинально преобразило окружающий нас мир.

Долгие десятилетия шли активные поиски наилучшей реализации этого открытия — вплоть до отчаянной борьбы между сторонниками постоянного и приверженцами переменного тока. Правда, начавшаяся более ста лет назад «война» давно закончилась тесным и плодотворным

*Рассмотрим способы получения переменного электрического тока.*

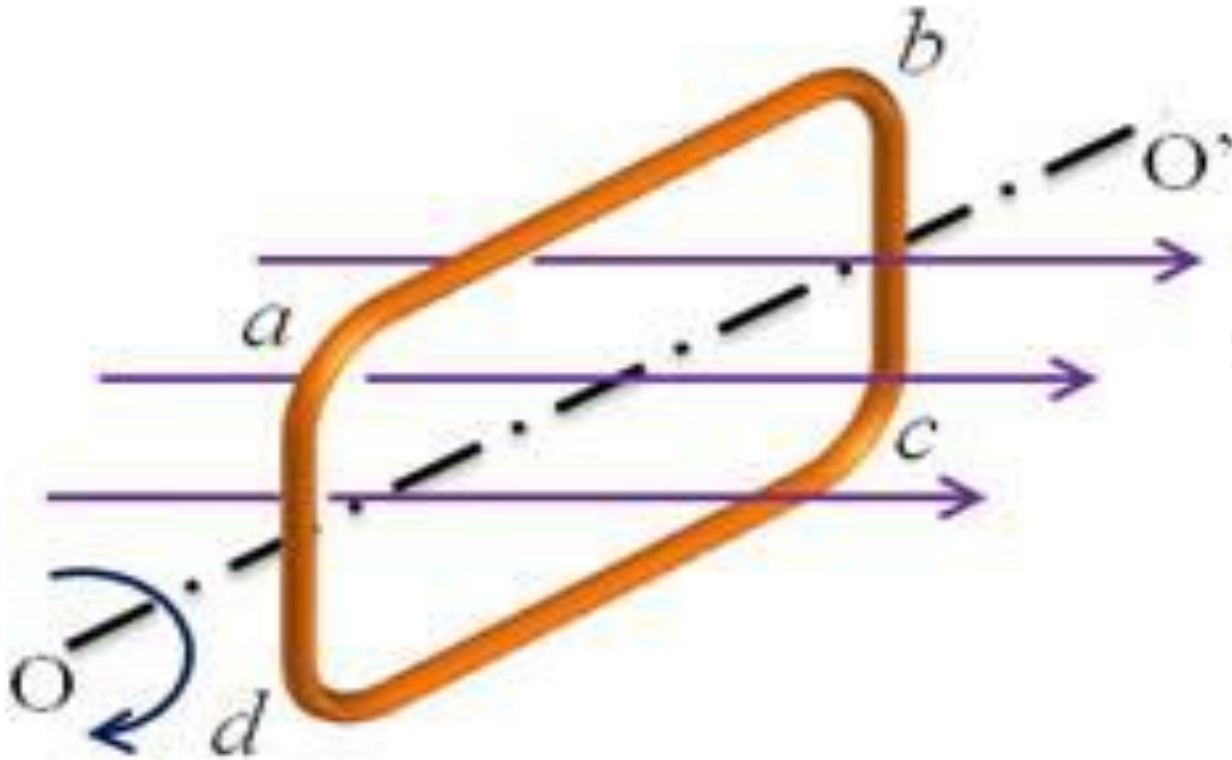
Поместим в постоянное и однородное магнитное поле виток проволоки  $abcd$ .

При равномерном вращении этого витка вокруг оси  $OO'$  магнитный поток, пронизывающий его площадь будет постоянно меняться как по величине, так и по направлению.

Согласно закону электромагнитной индукции, в витке возникает переменная по величине и направлению ЭДС индукции.

Когда плоскость вращающегося витка становится перпендикулярна силовым линиям магнитного поля, пронизывающий ее магнитный поток наибольший, скорость изменения его равна нулю, так как при прохождении через это

ЭДС индукции, возникающая в витке, которая пропорциональна скорости изменения магнитного потока,

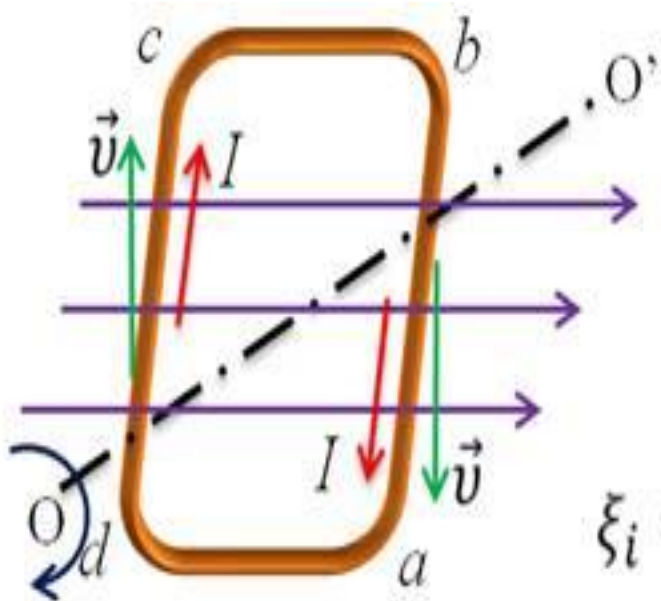


$$\Phi = \Phi_{max}$$

$$\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = 0$$

$$\xi_i = 0$$

Когда плоскость витка параллельна силовым линиям поля, поток, пронизывающий ее, равен нулю, скорость изменения его при прохождении через это положение наибольшая, так как в этом случае проводники витка  $ab$  и  $cd$  движутся перпендикулярно к силовым линиям поля.



$$\Phi = 0$$

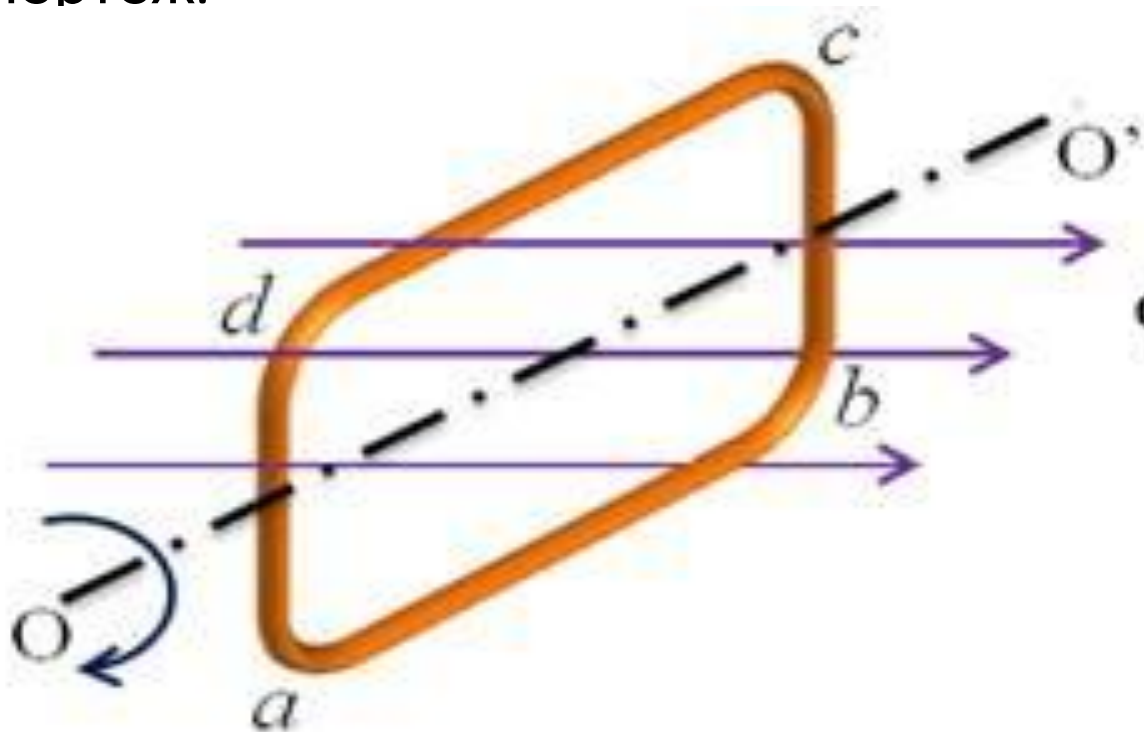
$$\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \text{max}$$

$$\xi_i = \xi_{\text{max}} = \xi_m$$

ЭДС, возникшая в этом случае в витке, имеет наибольшее значение. В части  $ab$  витка, ЭДС будет направлена от чертежа к наблюдателю, а в части  $cd$  — от наблюдателя за чертеж.



ЭДС, возникшая в этом случае в витке, имеет наибольшее значение. В части  $ab$  витка, ЭДС будет направлена от чертежа к наблюдателю, а в части  $cd$  — от наблюдателя за чертеж.

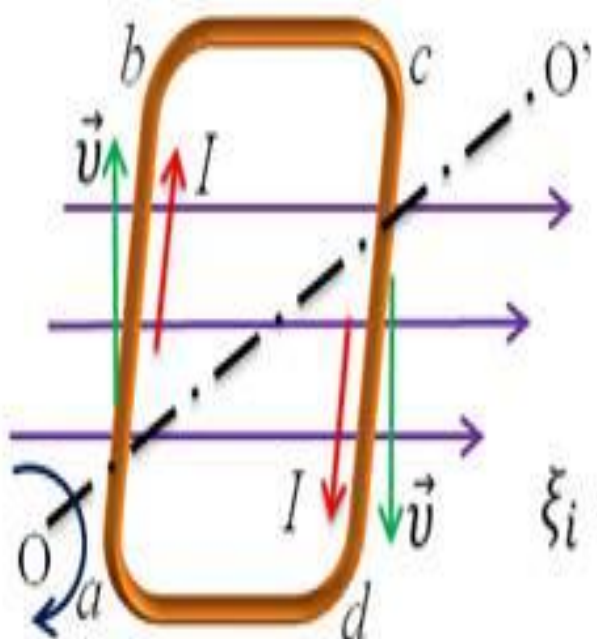


$$\Phi = \Phi_{max}$$

$$\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = 0$$

$$\xi_i = 0$$

При дальнейшем вращении витка скорость изменения потока, пронизывающего виток, будет увеличиваться; следовательно, ЭДС по абсолютной величине будет возрастать. Но, так как теперь виток движется навстречу магнитным силовым линиям другой стороной плоскости, то



$$\Phi = 0$$

$$\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \text{max}$$

$$\xi_i = \xi_{\text{max}} = -\xi_m$$

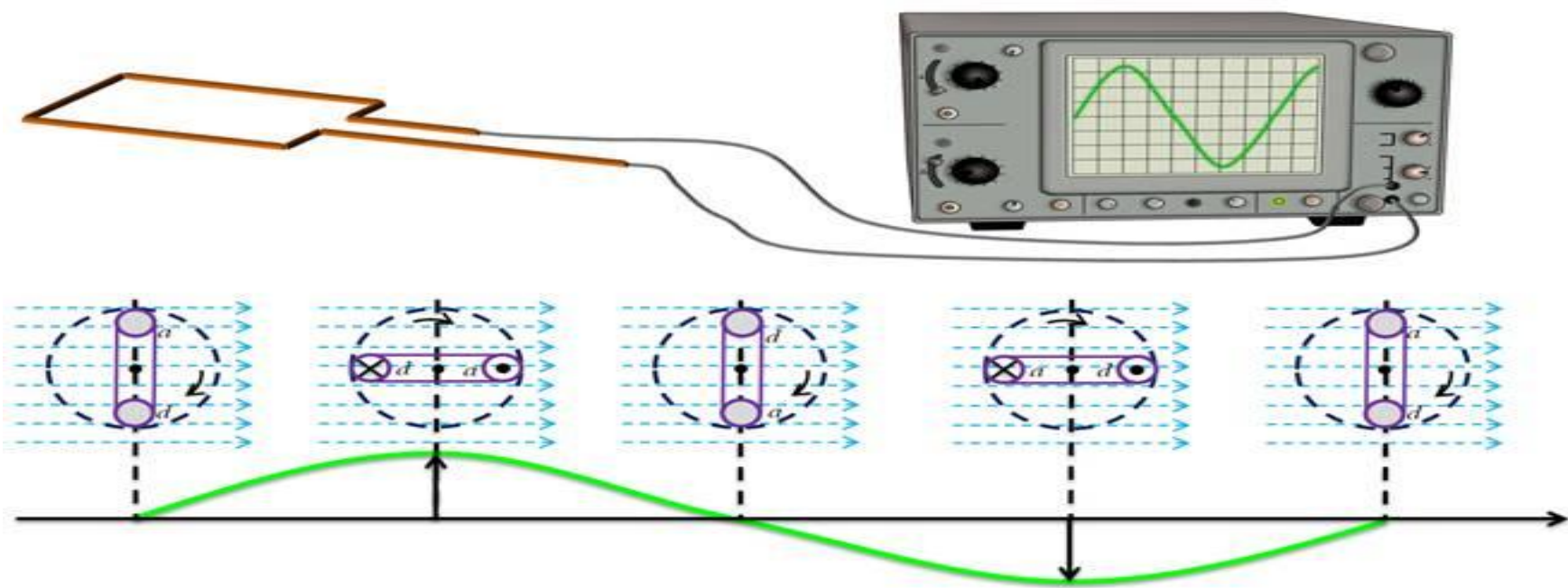
является положительное: в части *ab* ЭДС направлена от наблюдателя за чертеж, а в части *bc* — из-за чертежа к наблюдателю. И опять это направление ЭДС сохранится и при дальнейшем движении витка, при этом абсолютная ее

При последующих оборотах витка все эти явления будут повторяться вновь.

**Величина ЭДС индукции во вращающемся витке за один его оборот изменяется от минус  $\xi_{\max}$  до плюс  $\xi_{\max}$**

Чтобы пронаблюдать за происходящими изменениями ЭДС, разомкнем виток и присоединим его концы к осциллографу.

При вращении витка в магнитном поле осциллограф запишет все изменения тока, по которым можно будет судить и об изменениях ЭДС индукции в витке.



На рисунке изображен график изменения ЭДС индукции в витке за время совершения одного полного оборота. Вверху показаны последовательные положения витка в магнитном поле, против них (внизу) — значения ЭДС индукции в витке. Направление силовых линий магнитного потока, пронизывающего виток, показано стрелками. Кружочки изображают сечение витка плоскостью чертежа с указанием

Как показывает осциллограмма, ток, возникающий в витке при равномерном его вращении в однородном магнитном поле, изменяется синусоидально. Такой ток еще называют переменным синусоидальным током.

В дальнейшем будем изучать вынужденные электрические колебания, происходящие в цепях под действием напряжения (или ЭДС), меняющегося с циклической частотой по за

$$\begin{array}{l} \text{Напряжение} \\ u = U_m \sin \omega t \qquad u = U_m \cos \omega t \\ U_m \text{ — амплитуда напряжения;} \\ \omega \text{ — циклическая частота.} \end{array}$$

$U_m$  — амплитуда напряжения, максимальное по модулю значение напряжения.

### ЭДС

$$\xi = \xi_m \sin \omega t$$

$$\xi = \xi_m \cos \omega t$$

$\xi_m$  — амплитуда ЭДС;

$\omega$  — циклическая частота.

Если в цепи напряжение меняется с циклической частотой  $\omega$  -омега, то и сила тока в цепи будет меняться с той же частотой. **Колебания силы тока в цепи не обязательно должны совпадать с колебаниями напряжения.** В общем случае, мгновенное значение силы тока будет определяться по формуле

### Сила тока

$$i = I_m \sin(\omega t + \varphi_c) \quad i = I_m \cos(\omega t + \varphi_c)$$

$I_m$  — амплитуда ЭДС;

$\omega$  — циклическая частота;

$\varphi_c$  — сдвиг фаз.

Рассмотрим еще две основные характеристики переменного тока — период и частоту.

Период переменного тока - промежуток времени, в течении которого ЭДС (или напряжение, или сила тока) совершает одно полное колебание. Период обозначается большой латинской буквой  $T$  и измеряется в секундах.

Частотой переменного тока называется число колебаний переменного тока за одну секунду. Обозначается греческой буквой  $\nu$  и измеряется в Гц (герцах).

Стандартная частота переменного тока, применяемого в промышленности и осветительной сети в России и многих других странах, равна 50 Гц. Этот выбор был сделан с участием русского ученого Михаила Осиповича Доливо-Добровольского.

В США по рекомендации известного ученого Тесла, работавшего в фирме Вестингауз, основным производителем тогда электромагнитной техники, стандартная частота переменного тока равна 60 Гц.

**Частота в 50 Гц означает, что на протяжении 1 секунды ток 50 раз течет в одну сторону и 50 раз в другую.**