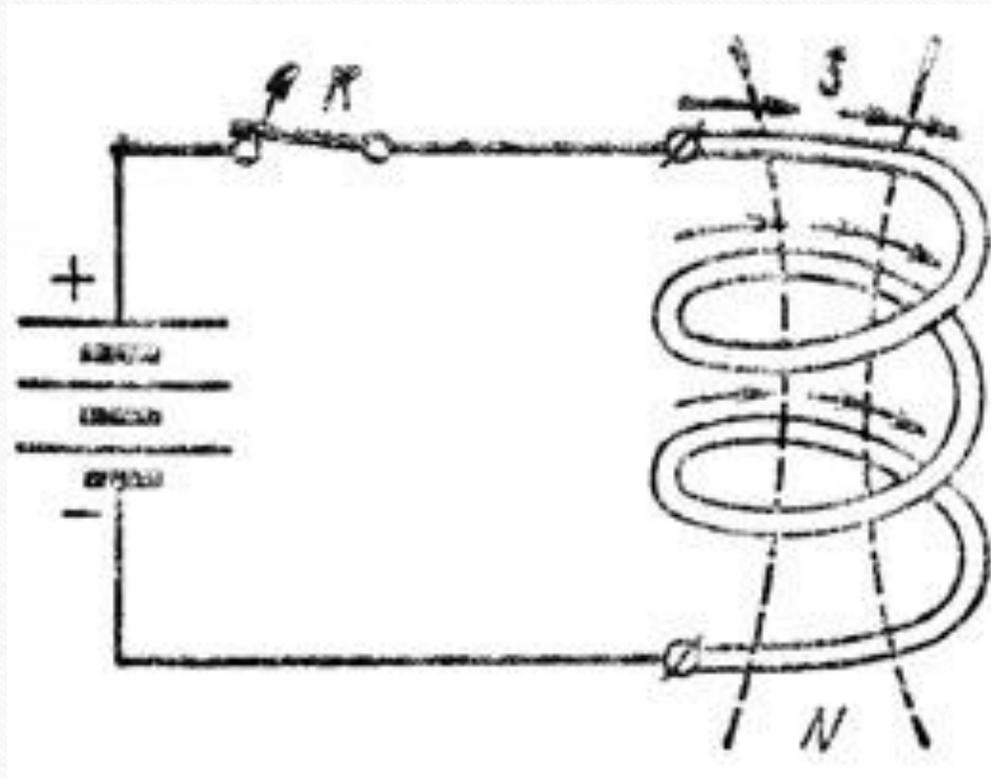


Самоиндукция

В цепях электрического тока часто наблюдается особый вид электромагнитной индукции, называемой самоиндукцией. Рассмотрим подробнее это явление. Ранее было выяснено, что при всяком изменении магнитного потока, пронизывающего данный контур, в последнем индуцируется э.д.с.

$$e = -w \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}.$$

Это будет справедливо и для того случая, когда проводниковый контур будет пересекаться своим собственным магнитным потоком.



Рассмотрим электрическую цепь, состоящую из катушки, источника тока и ключа К (рис.). При разомкнутом ключе тока в цепи нет. Магнитное поле катушки отсутствует. При замыкании ключа в цепи начинает проходить ток, создающий магнитный поток внутри катушки. Направление тока в витках катушки показано одинарной стрелкой. Появившийся магнитный поток катушки, увеличиваясь, будет пересекать витки катушки и согласно закону электромагнитной индукции в витках при этом возникает индуцированная э.д.с. Это явление называется самоиндукцией, а э.д.с., возникшая в результате самоиндукции, называется э.д.с. самоиндукции и обозначается e_L .

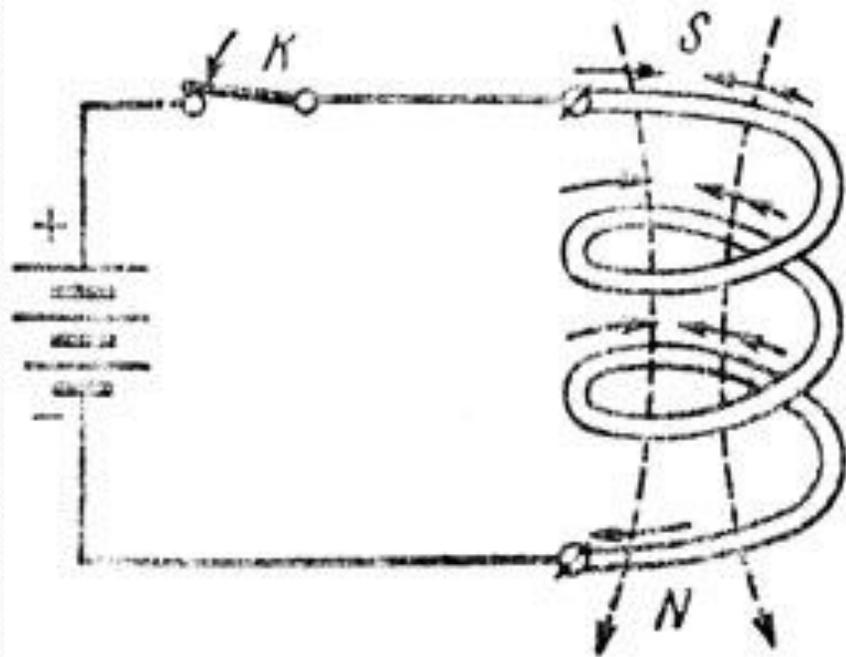
Величина э.д.с. самоиндукции определяется тем же уравнением

$$e = -w \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}.$$

Знак минус, стоящий в правой части уравнения, говорит о направлении индуктированной э.д.с., потому что в нем отображено правило Ленца. В самом деле, в момент замыкания цепи катушки появившийся ток вызовет возрастание магнитного потока катушки, т. е. поток получает положительное приращение ($+\Delta\Phi$). э.д.с. самоиндукции получит отрицательное значение.

Это означает, что э.д.с. самоиндукции, стремясь противодействовать возрастанию магнитного потока, будет иметь направление, противоположное э.д.с. (току) источника. Направление э.д.с. самоиндукции в момент замыкания цепи показано на рис. двойной стрелкой.

По истечении некоторого промежутка времени возрастающий магнитный поток катушки достигнет своего установившегося значения, прирост потока будет равен нулю ($\Delta\Phi = 0$), индукция прекратится и э.д.с. самоиндукции исчезнет.



Момент размыкания цепи с катушкой показан на рис. . Исчезающий ток, направление которого показано одинарной стрелкой, будет уменьшать магнитное поле катушки. Изменение поля вызовет появление э.д.с. самоиндукции в витках катушки. Убывание магнитного потока можно представить как отрицательное приращение потока ($-\Delta\Phi$). э.д.с. самоиндукции при этом получает положительное значение. Это означает, что, стремясь поддержать величину магнитного потока, противодействуя его убыванию, э.д.с. самоиндукции будет иметь направление, согласное с э.д.с. (током) источника. Это направление показано на рис. двойной стрелкой.

Необходимо заметить, что появление э.д.с. самоиндукции в катушке будет происходить не только в моменты включения или отключения цепи, но и при всяком изменении тока в цепи катушки.

Индуктивность

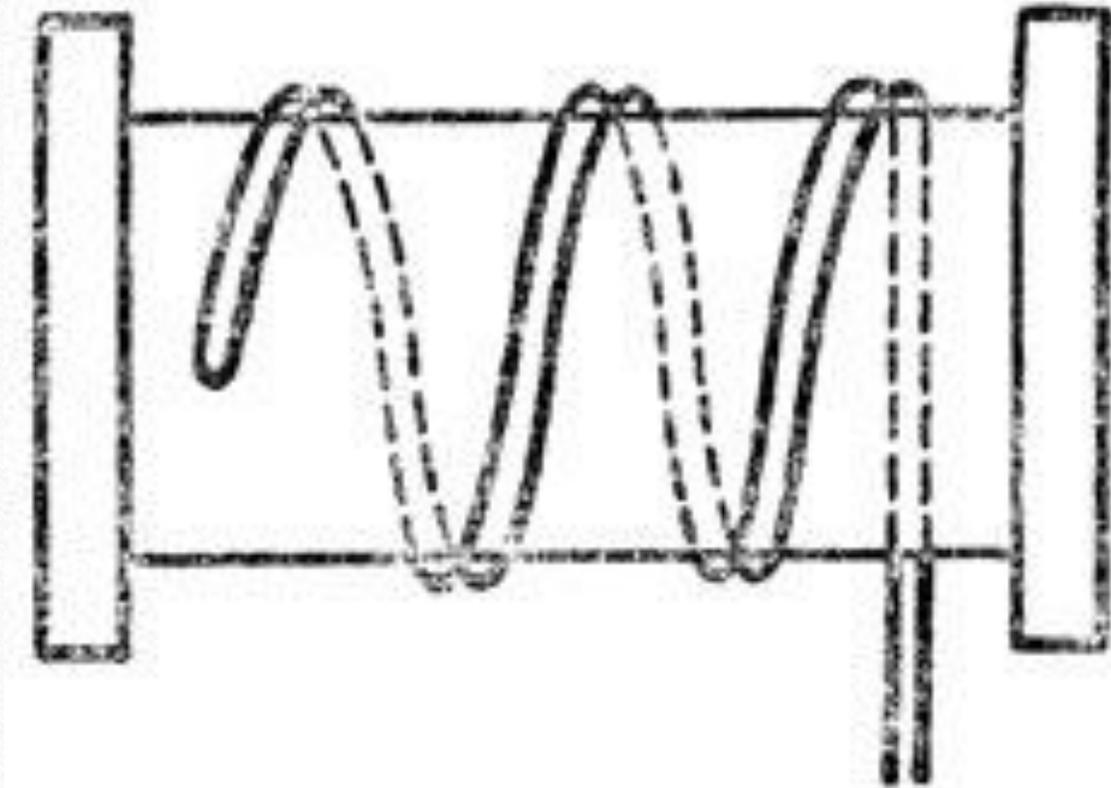
Магнитный поток, создаваемый током какого-либо витка при отсутствии намагничивающих сред (например, в воздухе), пропорционален величине тока:

$$\Phi = LI,$$

где L - коэффициент пропорциональности, называемый **ИНДУКТИВНОСТЬЮ**.

Единица измерения индуктивности - генри (Гн): $1 \text{ Гн} = 10^3 \text{ миллигенри (мГн)} = 10^6 \text{ микрогенри (мкГн)}$.

Индуктивность катушек зависит от числа витков, размера и формы катушек. ешьменьшей индуктивностью обладают прямолинейные проводники.



Короткие прямолинейные проводники, нити ламп накаливания, спирали электронагревательных приборов практически не обладают индуктивностью. На практике часто встречаются случаи, когда нужно изготовить катушку, не обладающую индуктивностью (добавочные сопротивления к электроизмерительным приборам, сопротивление штепсельных реостатов и т. п.). В этом случае применяют бифилярную намотку катушки (рис.). Для этого проволоку перед намоткой сгибают вдвое и в таком виде навивают ее. Магнитный поток и индуктивность катушки с бифилярной намоткой равны нулю.

Пусть мы имеем контур, состоящий из одного витка. В этом случае величина э.д.с. самоиндукции будет

$$e_L = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}.$$

Если ток в контуре изменился на Δi , то магнитный поток изменится на величину $\Delta\Phi$:

$$\Delta\Phi = L \cdot \Delta i.$$

Величина э.д.с. самоиндукции, которая возникнет в контуре, будет

$$e_L = -L \frac{\Delta i}{\Delta t}.$$

Последнее выражение показывает, что величина э.д.с. самоиндукции зависит от индуктивности контура и скорости изменения тока в контуре. Заменяя буквенные выражения единичными величинами, получим

$$1 \text{ В} = 1 \text{ Гн} \frac{1 \text{ А}}{1 \text{ сек}}.$$

Отсюда можно дать определение единицы индуктивности - генри: индуктивностью в 1 генри обладает электрическая цепь, в которой при скорости изменения тока на 1 ампер в 1 секунду возникает э.д.с. самоиндукции, равная 1 вольту.

Отдельные витки катушки в общем случае могут пронизываться различными магнитными потоками, поэтому общая э.д.с. катушки будет равна сумме э.д.с. ОТДЕЛЬНЫХ ВИТКОВ:

$$e = - \left(\frac{\Delta\Phi_1}{\Delta t} + \frac{\Delta\Phi_2}{\Delta t} + \dots + \frac{\Delta\Phi_w}{\Delta t} \right).$$

Сумма магнитных потоков, сцепленных со всеми витками катушки, называется потокосцеплением и обозначается буквой Ψ :

$$\Psi = w\Phi_1$$

Поэтому выражение индуктивности катушки, состоящей из w витков, в отличие от индуктивности контура с $w = 1$ будет

$$L = \Psi / I.$$

Определим индуктивность кольцевой катушки.

Выше нами было найдено выражение для магнитного потока кольцевой катушки:

$$\Phi = I \cdot w / R_M = \mu_a I w / l S.$$

Так как магнитный поток такой катушки сцеплен со всеми витками, то

$$\Psi = \Phi w = I \cdot w^2 / R_M = \mu_a I \cdot w^2 / l S,$$

откуда

$$L = \Psi / I = w^2 / R_M = \mu_a w^2 S / l.$$

С достаточной для практики точностью ту же самую формулу можно применять для определения индуктивности цилиндрической катушки (соленоида).