

---

# Электромагнитная индукция

## 4.1 Явление электромагнитной индукции

### Электромагнитная индукция:

Явление возникновения электрического тока в проводящем контуре при изменении магнитного потока через этот контур.

### Условие:

Изменение магнитного потока может быть вызвано движением магнита относительно контура, изменением силы тока в проводнике, изменением площади контура в магнитном поле и др.

## 4.2 Магнитный поток

### Магнитный поток ( $\Phi$ ):

Физическая величина, характеризующая количество линий магнитного поля, пронизывающих данную поверхность.

### Формула:

1.

$$\Phi = B \cdot S \cdot \cos(\alpha)$$

где:

- $\Phi$  – магнитный поток,
- $B$  – индукция магнитного поля,
- $S$  – площадь поверхности,
- $\alpha$  – угол между нормалью к поверхности и вектором магнитной индукции.

### Единица измерения:

Вебер (Вб).

## 4.3 Закон электромагнитной индукции Фарадея

### Формулировка:

ЭДС индукции в замкнутом контуре равна скорости изменения магнитного потока через этот контур, взятой с обратным знаком.

### Формула:

1.

$$\epsilon_{\text{инд}} = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

где:

- $\epsilon_{\text{инд}}$  – ЭДС индукции,
- $\Delta\Phi$  – изменение магнитного потока,
- $\Delta t$  – время, за которое произошло изменение магнитного потока.

---

## 4.4 Правило Ленца

### Формулировка:

Индукционный ток имеет такое направление, что его магнитное поле противодействует изменению магнитного потока, вызвавшего этот ток.

### Значение:

Правило Ленца определяет направление индукционного тока.

### Влияние:

Индукционный ток стремится сохранить магнитный поток через контур неизменным.

## 4.5 Самоиндукция

### Самоиндукция:

Явление возникновения ЭДС (электродвижущей силы) в проводнике при изменении силы тока в этом же проводнике.

### Суть явления:

Когда ток в проводнике (например, в катушке индуктивности) меняется, создаваемое им магнитное поле тоже меняется. Это изменение магнитного поля, в свою очередь, индуцирует ЭДС в самом проводнике, который и создал это поле. Эта индуцированная ЭДС называется ЭДС самоиндукции.

### Направление ЭДС самоиндукции:

Согласно правилу Ленца, ЭДС самоиндукции всегда направлена так, чтобы препятствовать изменению тока, вызвавшему её.

- Если ток в цепи возрастает, ЭДС самоиндукции направлена против тока, стремясь уменьшить его нарастание.
- Если ток в цепи убывает, ЭДС самоиндукции направлена в ту же сторону, что и ток, стремясь замедлить его убывание.

### Индуктивность ( $L$ ):

Это физическая величина, характеризующая способность проводника (катушки) создавать ЭДС самоиндукции при изменении тока в нем. Индуктивность измеряется в Генри (Гн).

- Чем больше индуктивность, тем больше ЭДС самоиндукции возникает при заданном изменении тока.
- Индуктивность зависит от геометрических размеров и формы проводника (катушки), а также от магнитной проницаемости среды, в которой он находится.

---

### Формула для ЭДС самоиндукции:

1.

$$\epsilon = -L \cdot \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

где:

- $\epsilon$  - ЭДС самоиндукции (В),
- $L$  - индуктивность (Гн),
- $\Delta I$  - изменение силы тока (А),
- $\Delta t$  - изменение времени (с).

### Энергия магнитного поля катушки индуктивности:

Катушка с током накапливает энергию в своем магнитном поле. Эта энергия может быть вычислена по формуле:

1.

$$W = \frac{L \cdot I^2}{2}$$

где:

- $W$  - энергия магнитного поля (Дж),
- $L$  - индуктивность (Гн),
- $I$  - сила тока (А).

### Применение самоиндукции:

- Катушки индуктивности в электрических цепях: Используются для сглаживания пульсаций тока, создания колебательных контуров, фильтрации частот и других целей.
- Трансформаторы: Работают на основе явления взаимной индукции, которое тесно связано с самоиндукцией.
- Системы зажигания в автомобилях: Для создания высоковольтного импульса для поджига топливно-воздушной смеси.
- Индукционные нагреватели: Для бесконтактного нагрева металлических деталей.

---

## 4.6 Индуктивность

### Индуктивность ( $L$ ):

Физическая величина, характеризующая способность контура создавать магнитное поле при прохождении через него электрического тока.

### Формула:

1.

$$L = \frac{\Phi}{I}$$

где:

- $L$  – индуктивность,
- $\Phi$  – магнитный поток,
- $I$  – сила тока.

### Единица измерения:

Генри (Гн).  $1 \text{ Гн} = 1 \text{ Вб/А}$ .

### ЭДС самоиндукции:

$$\epsilon_{\text{самоинд}} = -L \cdot \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

## 4.7 Энергия магнитного поля

### Энергия магнитного поля ( $W_{\text{м}}$ ):

Энергия, запасенная в магнитном поле катушки с током.

### Формула:

1.

$$W_{\text{м}} = \frac{L \cdot I^2}{2}$$

где:

- $W_{\text{м}}$  – энергия магнитного поля,
- $L$  – индуктивность,
- $I$  – сила тока.