

# **ЛЕКЦИЯ №1**

## **ВВОДНАЯ**

### *ДИСЦИПЛИНА*

## **«ЭЛЕКТРОТЕХНИКА, ЭЛЕКТРОНИКА И ЭЛЕКТРОПРИВОД»**

**доцент**

**СЕРЕДА ГЕННАДИЙ ЕВГЕНЬЕВИЧ**

**КАФЕДРА**

**«ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИКА»**

## ПРЕИМУЩЕСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

1. ЭЭ легко преобразуется в другие виды энергии (световую, механическую, тепловую, звуковую).
  2. Электрические машины и аппараты имеют высокий КПД (мощные трансформаторы имеют КПД близкий к 1).
  3. ЭЭ легко передается на значительные расстояния при относительно малых потерях.
  4. ЭЭ легко распределяется между различными по характеру потребителями в любых количествах (от долей Ватта до десятков тысяч киловатт в одном агрегате).
  5. Обеспечивается простота управления и автоматизации источников и потребителей ЭЭ.
- Применение ЭЭ повысило надежность работы оборудования.

Электротехника – это наука о получении, распределении и преобразовании ЭЭ.

В нашем курсе будут изучаться те разделы электротехники, которые непосредственно связаны с общеинженерной подготовкой специалистов, а также электрооборудованием строительных объектов.

ПТМ – «Электротехника, электроника и электропривод»

Учебник

Касаткин, Немцов. Электротехника, 2007

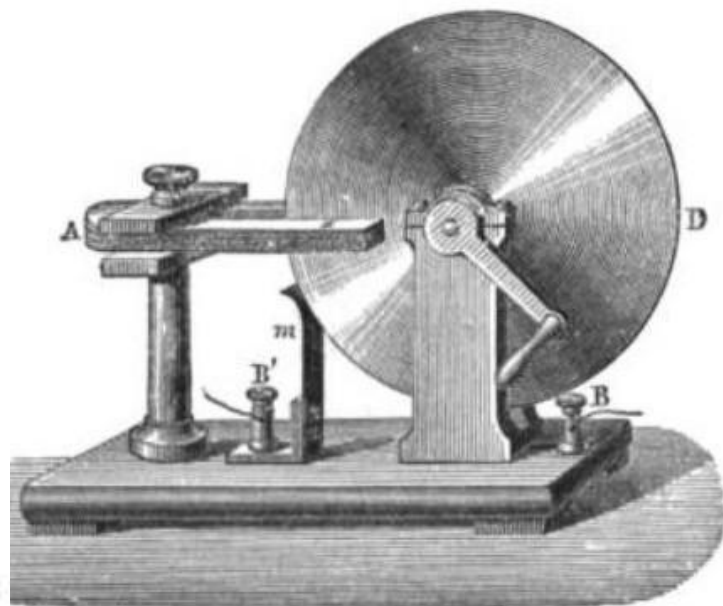
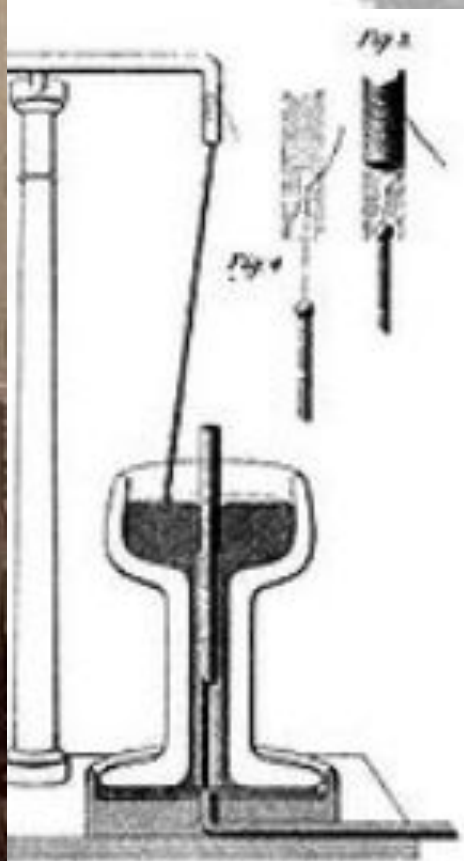
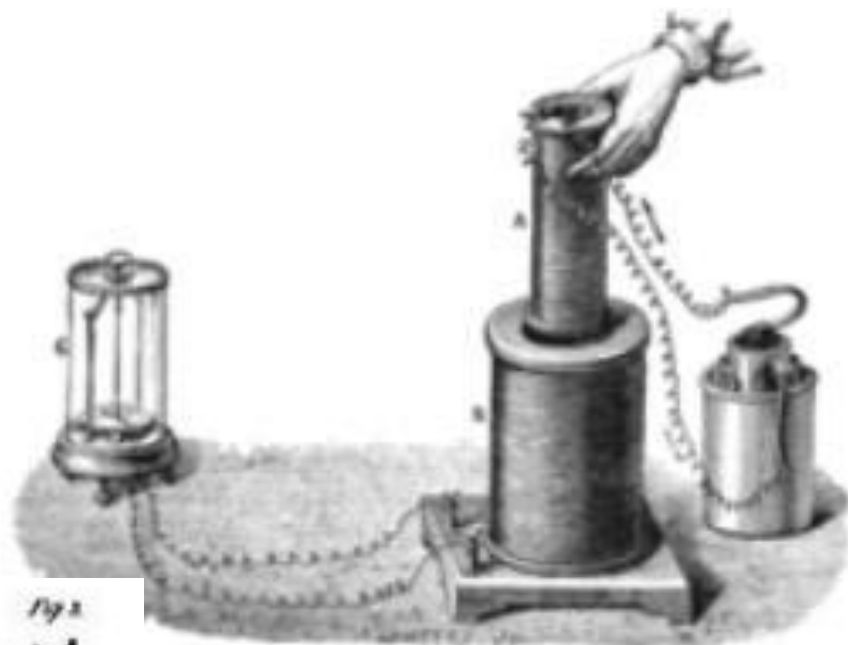
# ОСНОВНЫЕ ЗАКОНЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ

## **1. Закон электромагнитной индукции в формулировке Фарадея (1831 год)**

Фарадей опытным путем установил, что в проводнике, движущемся в магнитном поле индуцируется ЭДС.

# Майкл Фарадей

1791 - 1867



$$e = -B \cdot l \cdot V$$

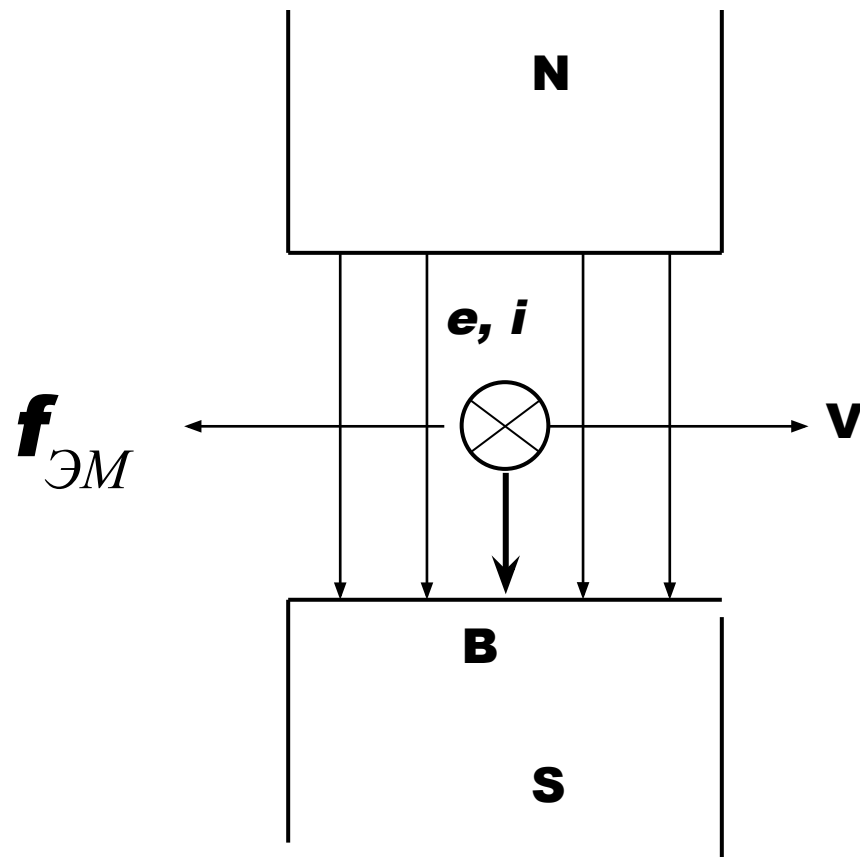
$e$  – ЭДС, В;

$B$  – магнитная индукция, Тл;

$l$  – длина проводника, м;

$V$  – скорость движения проводника, м/с.

Знак «минус» в этой формуле выражает собой принцип ЛЕНЦА, согласно которому индуцируемая ЭДС стремится противодействовать причине, ее вызывающей.



Помимо величины ЭДС имеет направление, определяемое по правилу правой руки.

Если проводник замкнуть на какое-либо сопротивление, то под действием ЭДС по проводнику будет протекать ток, совпадающий по направлению с ЭДС.

Взаимодействие этого тока с Магнитным Полем приводит к появлению Электромагнитной силы, направленной против движения проводника. Направление этой силы определяется по правилу левой руки.

Для силы справедлива следующая зависимость

$$f_{\text{ЭМ}} = B \cdot l \cdot i \quad - \text{закон Ампера}$$



## ***2. Закон электромагнитной индукции в формулировке Максвелла***

Закону ЭМИ можно придать более общий вид, если выразить скорость проводника через путь  $dX$ , проходимый проводником за время  $dt$ .

$$V = \frac{dX}{dt} \Rightarrow e = -B \cdot l \cdot \frac{dX}{dt};$$

$l \cdot dX = dS$  – элемент площади

$B \cdot dS = d\Phi$  – магнитный поток, который пересекает проводник за время  $dt$ ;

$$[\Phi] - \text{Вб} = B \cdot c;$$



**Джеймс Клерк  
Максвелл  
1831 - 1879**

Отсюда получим вторую форму записи закона ЭМИ

$$e = -\frac{d\Phi}{dt}; \quad \text{– закон ЭМИ по Максвеллу}$$

Правую часть этой формулы можно трактовать как изменение во времени сцепленного с контуром Магнитного Потoka. Это позволяет распространить закон ЭМИ на переменный ток.

В реальных электротехнических устройствах МП создается с помощью катушек, имеющих число витков  $W$ . Вводится понятие

ПОТОКОСЦЕПЛЕНИЕ –  $\Psi = W \cdot \Phi$ ;

$$e = -\frac{d\Psi}{dt} = -W \frac{d\Phi}{dt}; \quad \text{– закон ЭМИ по Максвеллу}$$

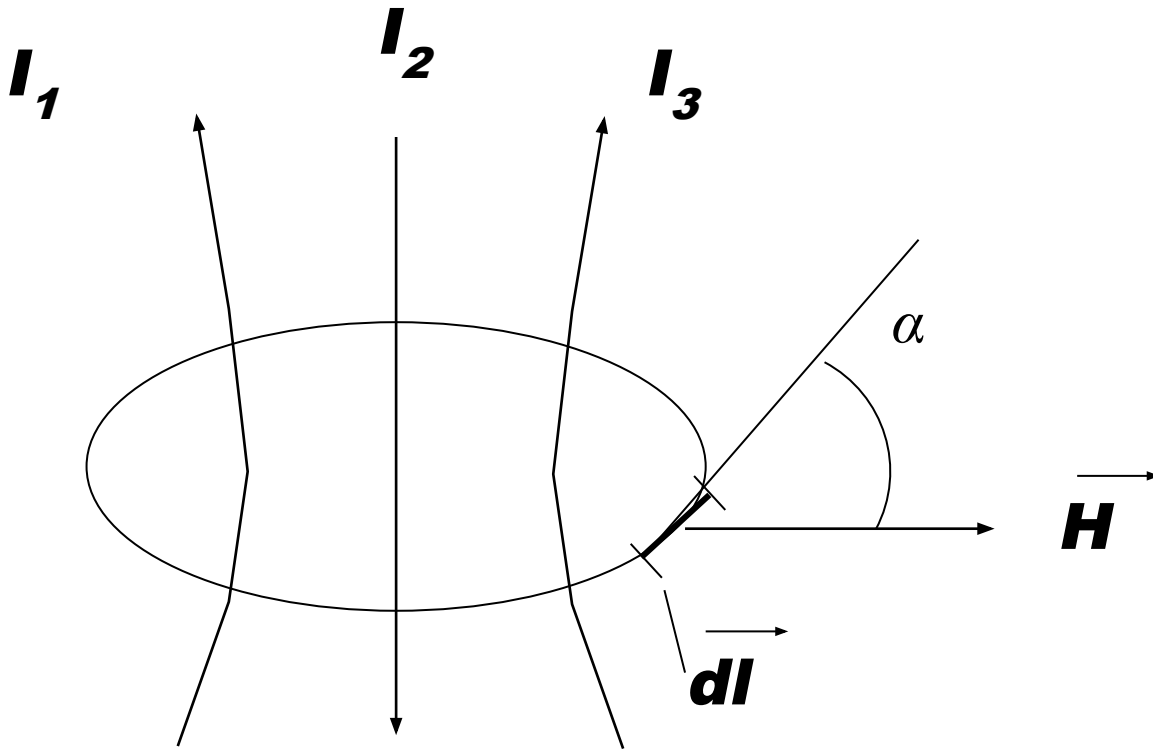
### **3. Закон полного тока**

Рассмотрим несколько проводников произвольно ориентированных в пространстве, например три проводника.

Зададимся положительным направлением тока в проводниках.

Токи  $I_1$ ,  $I_2$ ,  $I_3$  создают вокруг проводников магнитное поле.

Изобразим замкнутый контур, охватывающий три проводника с током. На этом контуре выберем отрезок  $dl$



$I$  – постоянный ток

$\vec{H}$  – вектор напряженности магнитного поля

$d\vec{l}$  – элемент замкнутого контура

$\alpha$  - угол между  $\vec{H}$  и  $d\vec{l}$

## Закон полного тока

*Линейный интеграл от напряженности магнитного поля вдоль любого замкнутого контура равен алгебраической сумме токов в проводниках, охватываемых этим контуром.*

Аналитическая запись «Закона полного тока»

$$\oint H \cdot \cos \alpha \cdot dl = \sum_{i=1}^n I_i;$$

$n$  – количество проводников с током

$l$  – номер проводника

Если МП создается катушкой, имеющей  $W$  витков, которые размещены на ферромагнитном сердечнике, то МП распределяется равномерно. Тогда получается инженерная форма записи закона полного тока:

$$H \cdot l_{CM} = I \cdot W$$

$l_{CM}$  – средняя длина магнитной силовой линии в сердечнике

Окончательно напряженность магнитного поля равна

$$H = \frac{I \cdot W}{l_{CM}} = \frac{F}{l_{CM}}$$

$F = I \cdot W$  – намагничивающая сила

## ***4. Электрическая цепь и ее элементы.***

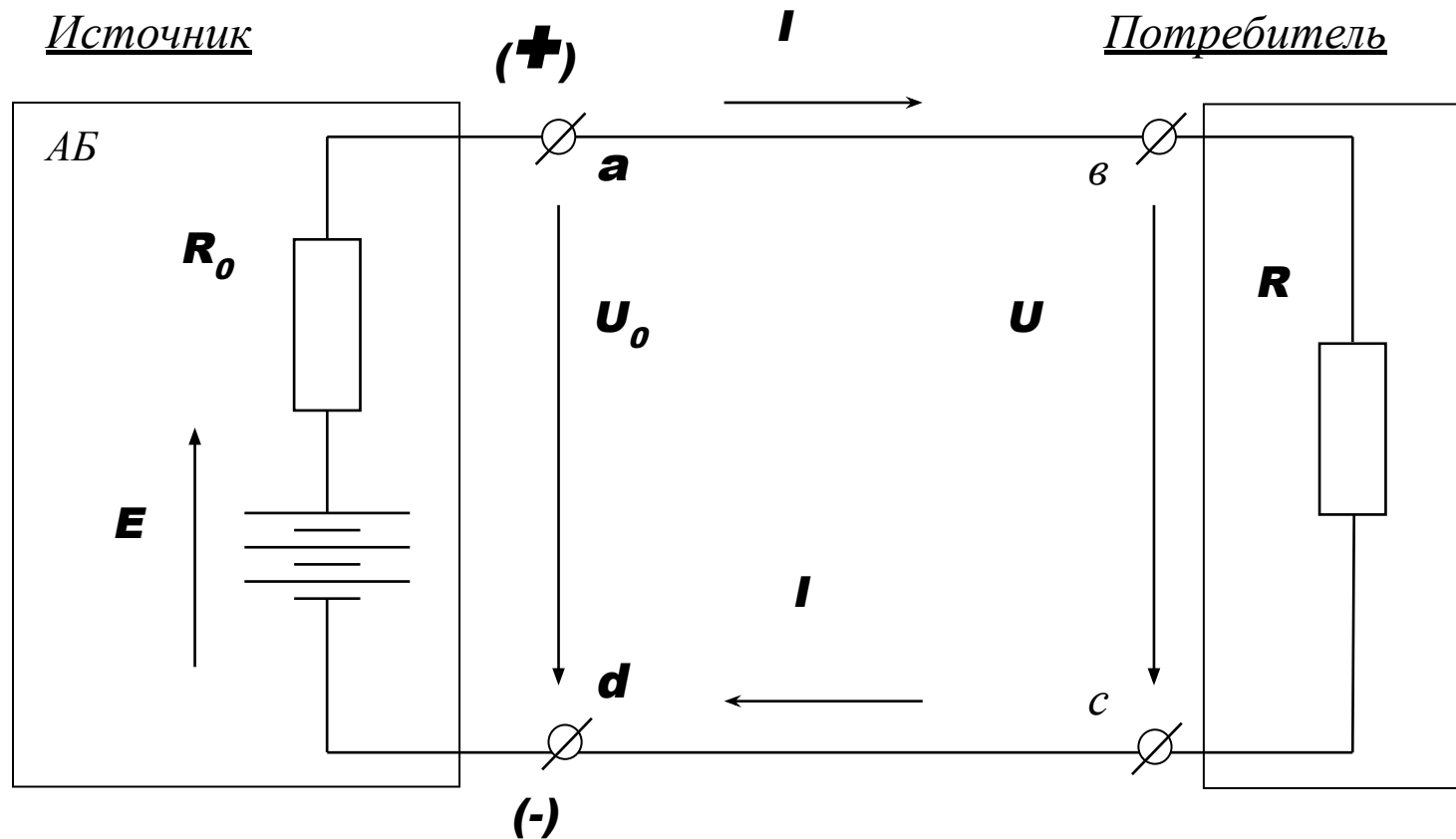
### ***Закон Ома***

Электрической цепью называется совокупность устройств, образующих замкнутый контур и обеспечивающих протекание в нем электрического тока.

Источники электроэнергии, электрические провода и потребители электроэнергии составляют основные элементы электрической цепи.



## Схема элементарной электрической цепи



Принято считать, что во внешней цепи ток направлен от положительного зажима к отрицательному, а внутри источника наоборот.

Электрическое сопротивление проводов равно

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

$\rho$  – удельное электрическое сопротивление

$$\rho_{Cu} = 1,75 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}$$

$S$  – сечение проводника

В большинстве случаев электрическим сопротивлением соединительных проводов мало и ими можно пренебречь, тогда

$$U_0 \approx U;$$

Связь между током, напряжением и сопротивлением установил немецкий ученый Ом в 1826 году. Существуют две формы записи закона Ома:

$$I = \frac{U}{R}, \quad \text{Закон Ома для участка цепи.}$$

$$I = \frac{E}{R + R_0}, \quad \text{Закон Ома для замкнутого контура.}$$

## ***5. Сложные электрические цепи. Понятие о ветви и узле***

В общем случае электрическая цепь может содержать несколько источников ЭДС и несколько потребителей, соединены между собой произвольным образом.

Такие электрические цепи называются сложными.

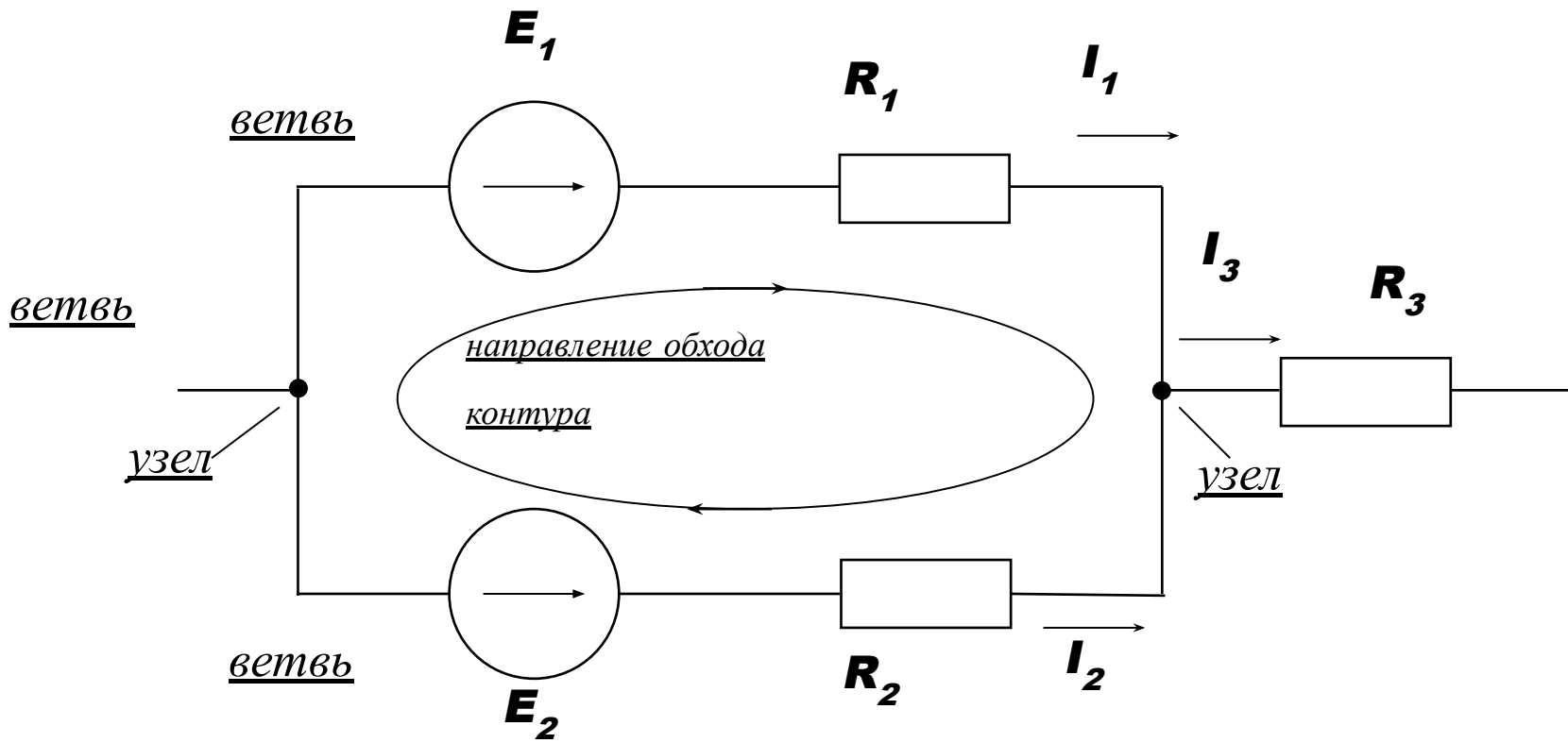
Расчет сложных цепей, как правило, производится с применением двух законов Кирхгофа.

Сначала два обязательных определения:

– 1. Ветвью электрической цепи называется ее участок, по которому протекает один и тот же ток;

– 2. Узлом электрической цепи называется место соединения трех и более ветвей.

Узел на электрических схемах обозначается жирной точкой



## **6. Первый закон Кирхгофа**

*Алгебраическая сумма токов в проводниках, сходящихся к узлу электрической цепи равна нулю.*

**Аналитическая форма записи**

$$\sum_{k=1}^n I_k = 0$$

$n$  – число проводников с током;

$k$  – номер проводника

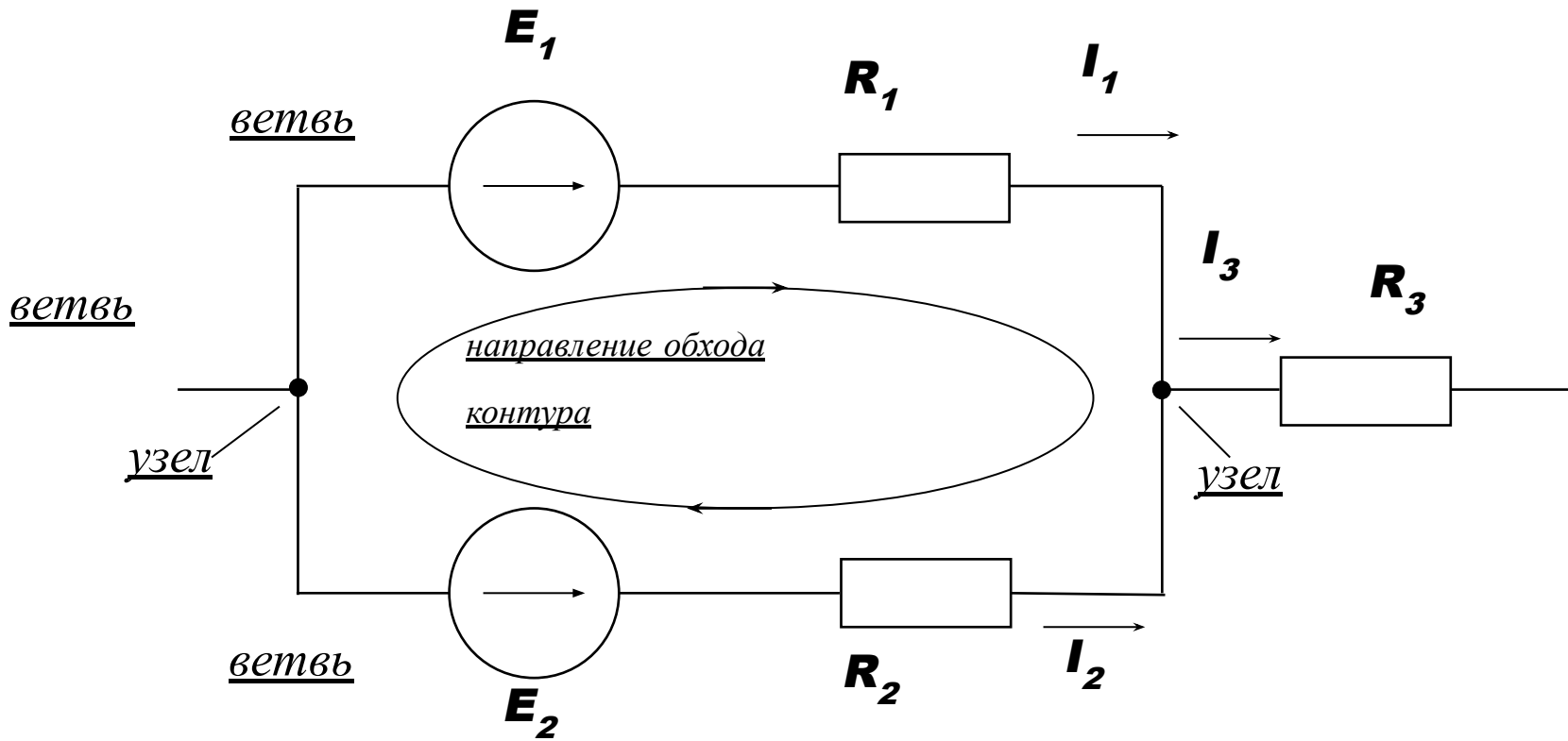
При расчетах сложных электрических цепей заранее неизвестно действительное направление токов в ветвях.

Поэтому обычно задаются условным направлением токов, которое уточняется в процессе расчета.

Принято считать ток, направленный к узлу положительным, а от узла – отрицательным

Рассмотрим узел электрической цепи (схема):





$$I_1 + I_2 - I_3 = 0;$$

$$I_1 + I_2 = I_3;$$

## **7. Второй закон Кирхгофа**

*В любом замкнутом контуре электрической цепи алгебраическая сумма ЭДС источников равна алгебраической сумме падений напряжений на всех участках этого контура.*

**Аналитическая форма записи**

$$\sum_{i=1}^m E_i = \sum_{k=1}^n I_k \cdot R_k$$

$m$  – число источников ЭДС в контуре;

$i$  – номер источника ЭДС;

$n$  – число участков контура;

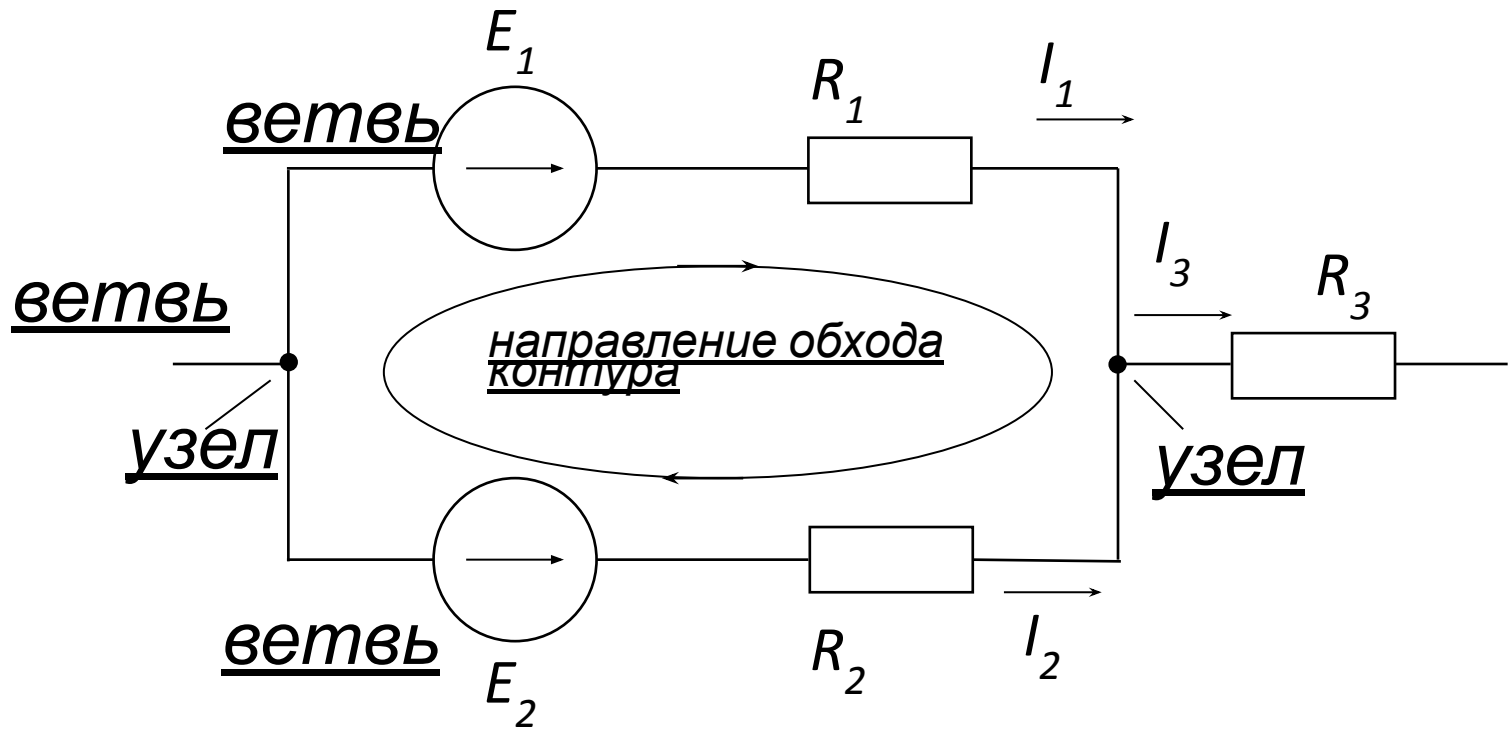
$k$  – номер участка

Чтобы на практике воспользоваться законом Кирхгофа необходимо знать правила:

- 1) При обходе замкнутого контура необходимо задаться положительным направлением (по часовой или против часовой стрелке).
- 2) ЭДС и токи, по направлению совпадающие с направлением обхода контура принимаются положительными, а не совпадающие – отрицательными.

ПРИМЕР:

На схеме зададимся положительным обходом контура по часовой стрелке.



$$E_1 - E_2 = I_1 \cdot R_1 - I_2 \cdot R_2;$$

## 8. Магнитные цепи

В реальных электротехнических устройствах (электрические машины и аппараты) МП создается с помощью катушек, размещенных на ферромагнитном сердечнике (магнитопроводе), его назначение

- усилить МП;
- придать ему соответствующую конфигурацию.

В общем случае магнитные силовые линии замыкаются как по ферромагнитному сердечнику, так и по неферромагнитным средам (изоляция, воздушные промежутки и т.д.)

Магнитной цепью называется совокупность ферромагнитных и немагнитных участков, по которым замыкаются магнитные силовые линии.

$$B = \mu \cdot H;$$

где  $\mu$  – магнитная проницаемость материала сердечника