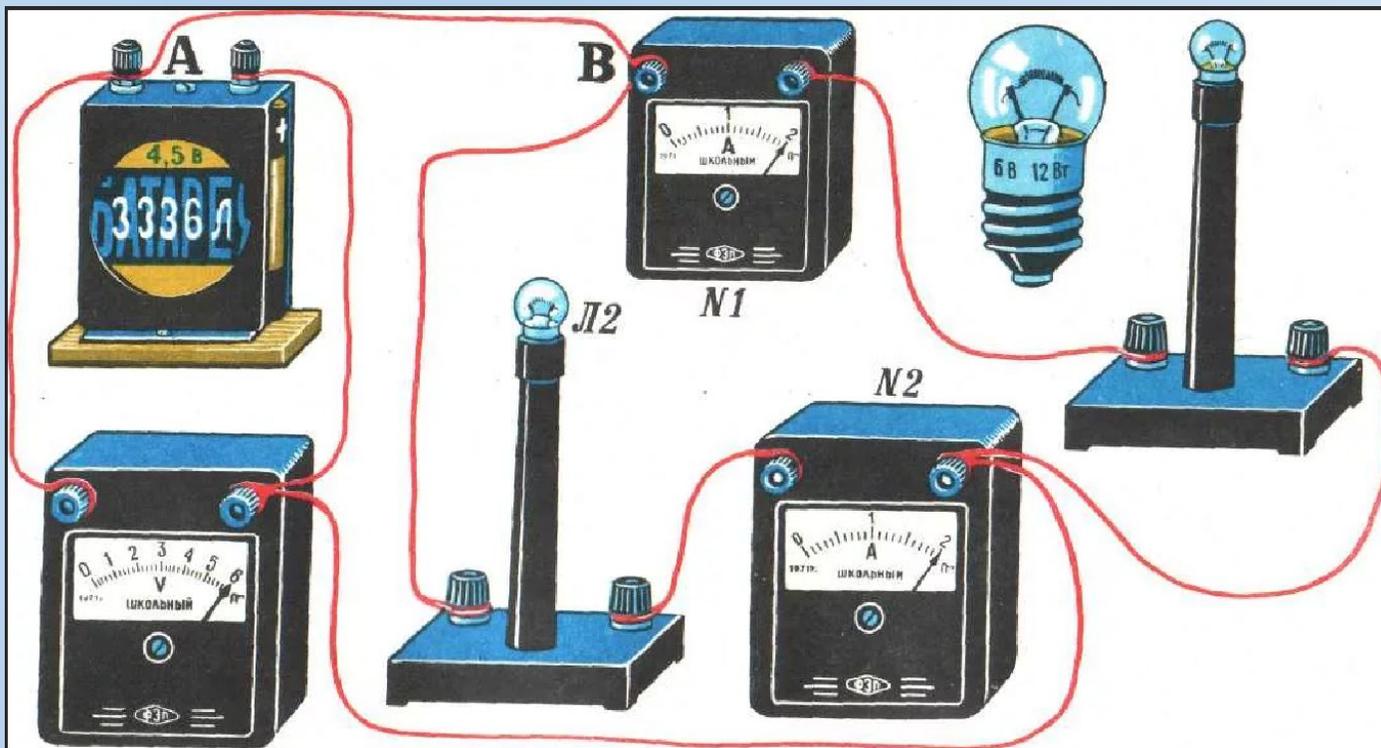


# Основные законы электрических цепей постоянного тока.



Скворцов А.М.  
Преподаватель спецдисциплин  
Заслуженный учитель Р.Ф.

## **ПОВТОРЕНИЕ**

- 1. Что такое электрическая цепь?**
- 2. Каковы основные элементы электрической цепи?**
- 3. Каково главное условие для работы электрической цепи?**
- 4. Что такое схема электрической цепи?**
- 5. Какие электрические схемы бывают?**
- 6. Что такое узел электрической цепи?**
- 7. Что такое ветвь электрической цепи?**
- 8. Что такое контур электрической цепи?**
- 9. Назовите режимы работы электрической цепи. Охарактеризуйте каждый из них.**

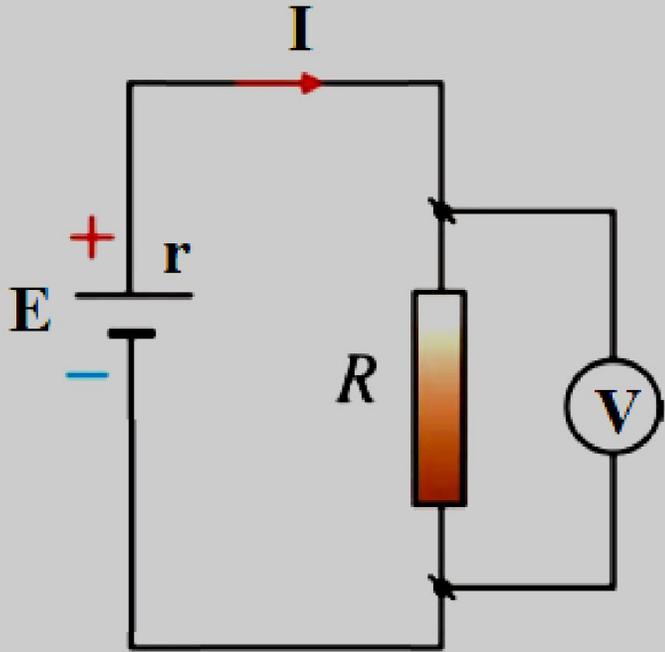
## Закон Ома для участка цепи

**Определение:** Сила тока  $I$  на участке электрической цепи прямо пропорциональна напряжению  $U$  на концах участка и обратно пропорциональна его сопротивлению  $R$ .

$$I = \frac{U}{R}$$

Это значит, если к концам проводника сопротивлением  $R = 1$  Ом приложено напряжение  $U = 1$  Вольт, тогда величина тока  $I$  в проводнике будет равна  $1$  Ампер.

## Закон Ома для полной цепи.



**Определение:** Сила тока в цепи пропорциональна действующей в цепи ЭДС и обратно пропорциональна сумме внешнего и внутреннего сопротивлений.

**$\mathcal{E}$**  — ЭДС источника напряжения,  **$V$** ;

**$I$**  — сила тока в цепи,  **$A$** ;

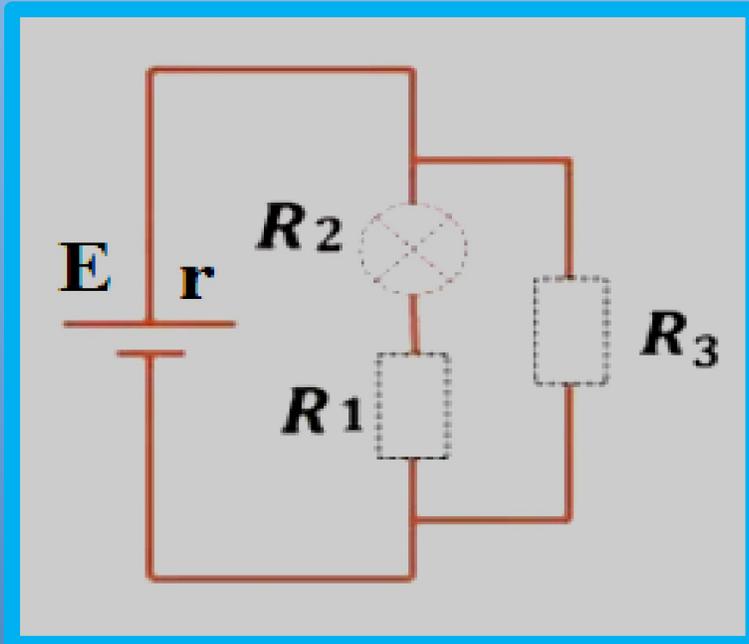
**$R$**  — сопротивление всех внешних элементов цепи,  **$\Omega$** ;

**$r$**  — внутреннее сопротивление источника напряжения,  **$\Omega$** .

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R + r}$$

# Полная электрическая цепь

В полной электрической цепи два участка:



1. **Внутренняя часть цепи - источник тока:**

$E$  - ЭДС источника (ЭДС цепи)

$r$  - сопротивление источника (внутреннее сопротивление цепи)

2. **Внешняя часть цепи – потребители электрической энергии (их различные соединения):**

$R$  - общее сопротивление всех потребителей (внешнее сопротивление)

$R + r$  - полное сопротивление цепи

# Электрический ток. Напряжение. Сопротивление.

**Электрический ток** -  
упорядоченное  
(направленное) движение  
**заряженных** частиц. В  
металлах – **электронов**.

Условия существования электрического тока

НЕОБХОДИМО:

1. Наличие в среде свободных электрических зарядов
2. Наличие электрического поля с разностью потенциалов

НО ЭТОГО НЕДОСТАТОЧНО!!!

НЕОБХОДИМО ЕЩЕ:

- сила, действующая на эти заряды
- работа данной силы для их упорядоченного перемещения из одной точки в другую
- энергия для совершения данной работы

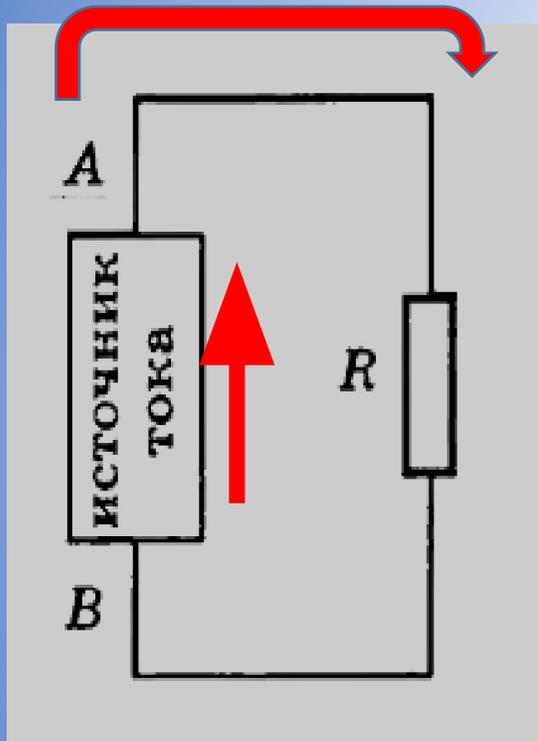
Вывод:

Для возникновения и существования электрического тока нужен проводник с напряжением (разностью потенциалов) на его концах.

Чтобы постоянно поддерживать напряжение необходим источник электрической энергии (источник тока).

$$I = \frac{U}{R}$$

# Электродвижущая сила. Источники тока.



Для поддержания в цепи электрического тока необходимо, чтобы на концах ее существовала постоянная разность потенциалов  $\varphi_A - \varphi_B$

Пусть в начальный момент времени  $\varphi_A > \varphi_B$ , тогда перенос заряда  $q$  из точки  $A$  в точку  $B$  приведет к уменьшению разности потенциалов между ними.

Для сохранения постоянной разности потенциалов необходимо перенести точно такой же заряд из  $B$  в  $A$  внутри источника тока.

Если в направлении  $A \rightarrow B$  внешней цепи заряды движутся под действием сил **электростатического поля**, то в направлении  $B \rightarrow A$  внутри источника перемещение зарядов происходит против сил электростатического поля, т.е. под действием сил **неэлектростатической** природы, так называемых сторонних сил.

**Электродвижущей силой  $\mathcal{E}$  источника тока называют физическую величину, равную работе сторонних сил по перемещению единичного положительного заряда вдоль замкнутой цепи**

$$\mathcal{E} = \frac{A_{ст}}{q}$$



## ЭДС источника тока

**Источник тока** — это устройство для поддержания электрического тока.

**Сторонние силы** в источнике тока совершают работу по разделению зарядов.

Основной характеристикой источника тока является величина, которая называется **электродвижущей силой**.

**Электродвижущая сила (ЭДС)** — это отношение работы сторонних сил при перемещении заряда по замкнутому контуру к величине этого заряда:

$$\xi = \frac{A_{ст}}{q}$$

$$[\xi] = \left[ \frac{\text{Дж}}{\text{Кл}} \right] = [\text{В}]$$

# Единицы измерения

Физическая величина	Обозначение	Единицы измерения	Расчетная формула
Сила тока	<b>I</b>	<b>A</b>	<b><math>I=q/t</math></b>
Электрическое напряжение	<b>U</b>	<b>B</b>	<b><math>U=A/q</math></b>
Электрическое сопротивление	<b>R</b>	<b>Om</b>	<b><math>R=(\rho l)/S</math></b>

# Сопротивление. Удельное сопротивление

**Электрическое сопротивление** — физическая величина, характеризующая свойство **проводника** препятствовать прохождению **электрического тока** и равная отношению напряжения на концах **проводника** к силе **тока**, протекающего по нему.

$$R = \frac{U}{I}$$

**Электрическая проводимость** — способность тела (среды) проводить **электрический ток**. Это **физическая величина**, обратная **электрическому сопротивлению**

$$g = \frac{1}{R}$$

Единица измерения  
— **сименс (См)**

# Удельное сопротивление

Формула  
расчета  
сопротивления  
проводника  
(Ом)

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

Длина  
проводника в  
метрах

Удельное сопротивление проводника – сопротивление проводника длиной 1 метр и площадью поперечного сечения 1 мм<sup>2</sup>.  
Единица измерения (Ом·мм<sup>2</sup>)/м – это табличное значение. Формула:  $\rho = (R \cdot S) / l$ .

Площадь  
поперечного  
сечения проводника  
в мм<sup>2</sup>.  
Если сечение – круг, то  
 $S = \pi \cdot r^2$

# Закон Джоуля – Ленца:

Электрический ток, проходя по проводникам, нагревает их.  
Основная причина-проводник обладает сопротивлением

Определение: Количество теплоты, выделяемое в проводнике с током, равно произведению квадрата силы тока, сопротивления проводника и времени прохождения по нему тока:

$$Q = I^2 R \Delta t$$

Q – количество теплоты - [Дж]  
I – сила тока – [А]  
R – сопротивление – [Ом]  
t – время – [с]

# Последовательное соединение резисторов. Второй закон Кирхгофа



1.  $I = I_1 = I_2 = I_3$

2.  $U = U_1 + U_2 + U_3$

3.  $R = R_1 + R_2 + R_3$

1. При последовательном соединении проводников сила тока на всех участках цепи одинакова.

2. Напряжение в последовательной цепи равно сумме падений напряжений на отдельных ее участках

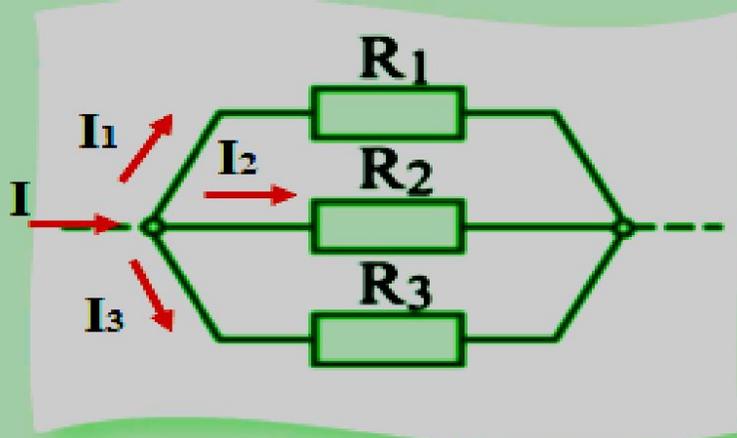
3. При последовательном соединении проводников полное (эквивалентное) сопротивление цепи равно сумме сопротивлений отдельных проводников

## Второй закон Кирхгофа

Для любого замкнутого контура алгебраическая сумма ЭДС равна алгебраической сумме падений напряжений на участках цепи

$$\sum E = \sum RI = \sum U$$

# Параллельное соединение резисторов. Первый закон Кирхгофа



1.  $I = I_1 + I_2 + I_3$

2.  $U = U_1 = U_2 = U_3$

3.  $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$

## 1. Первый закон Кирхгофа

Алгебраическая сумма сил токов для каждого узла в разветвленной цепи равна нулю

2. При параллельном соединении проводников напряжение на всех участках цепи одинаково.

3. При параллельном соединении проводников величина, обратная общему сопротивлению цепи, равна сумме величин, обратных сопротивлениям параллельно включенных проводников.

## **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

- 1. Сформулируйте и напишите формулы закона Ома для замкнутой электрической цепи и для ее участка.**
- 2. Из каких частей состоит полная электрическая цепь?**
- 3. Сформулируйте первый и второй законы Кирхгофа.**
- 4. Как определяется общее сопротивление при последовательном, параллельном и смешанном соединении потребителей?**
- 5. Что такое электрический ток, напряжение, сопротивление, проводимость?**
- 6. В каких единицах измеряется сила тока, напряжение. Сопротивление, проводимость?**
- 7. Что такое электродвижущая сила? В каких единицах она измеряется?**
- 8. Сформулируйте и напишите формулу закона Джоуля –Ленца.**