

ЗАКОНЫ КИРХГОФА



**ГУСТАВ РОБЕРТ
КИРХГОФ
(1824-1887)**

Gustav Robert Kirchhoff
Немецкий физик, один
из великих физиков
XIX века.

ЗАКОНЫ КИРХГОФА

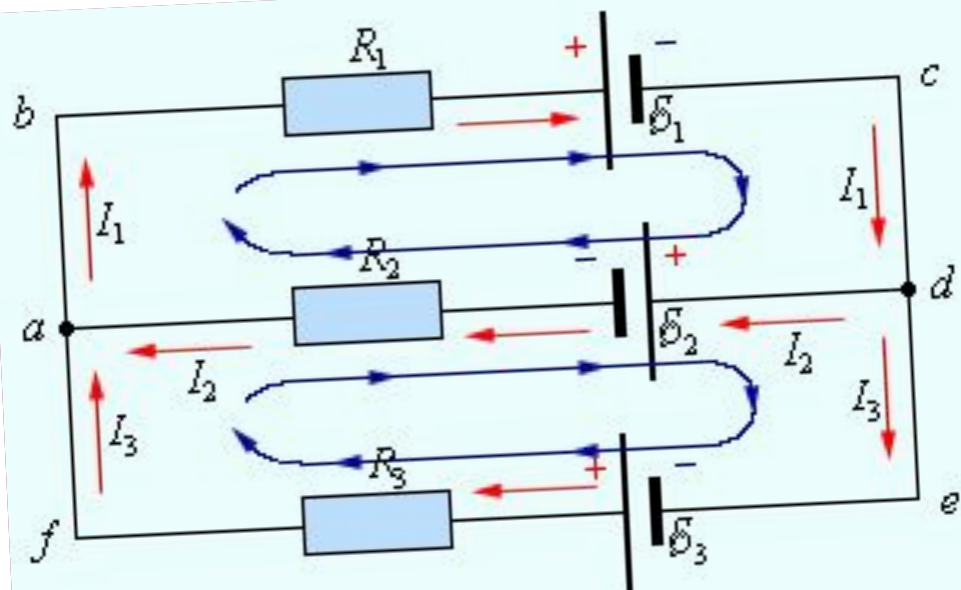
Зако́ны Кирхго́фа – два *правила*, основанные на *законах сохранения заряда и энергии*, которые применимы к цепям электрического тока. Сформулированы Густавом Кирхгофом в 1845 году.

ПРИМЕНЕНИЕ ЗАКОНОВ КИРХГОФА

Законы Кирхгофа позволяют рассчитывать любые электрические цепи постоянного тока. Применение законов Кирхгофа к линейной цепи позволяет получить систему линейных уравнений относительно токов и найти значение токов на всех ветвях цепи.

ФОРМУЛИРОВКА

Для формулировки законов Кирхгофа, в электрической цепи выделяются *узлы* — точки соединения трёх и более проводников — и *контуры* — замкнутые пути из проводников. При этом каждый проводник может входить в несколько контуров.



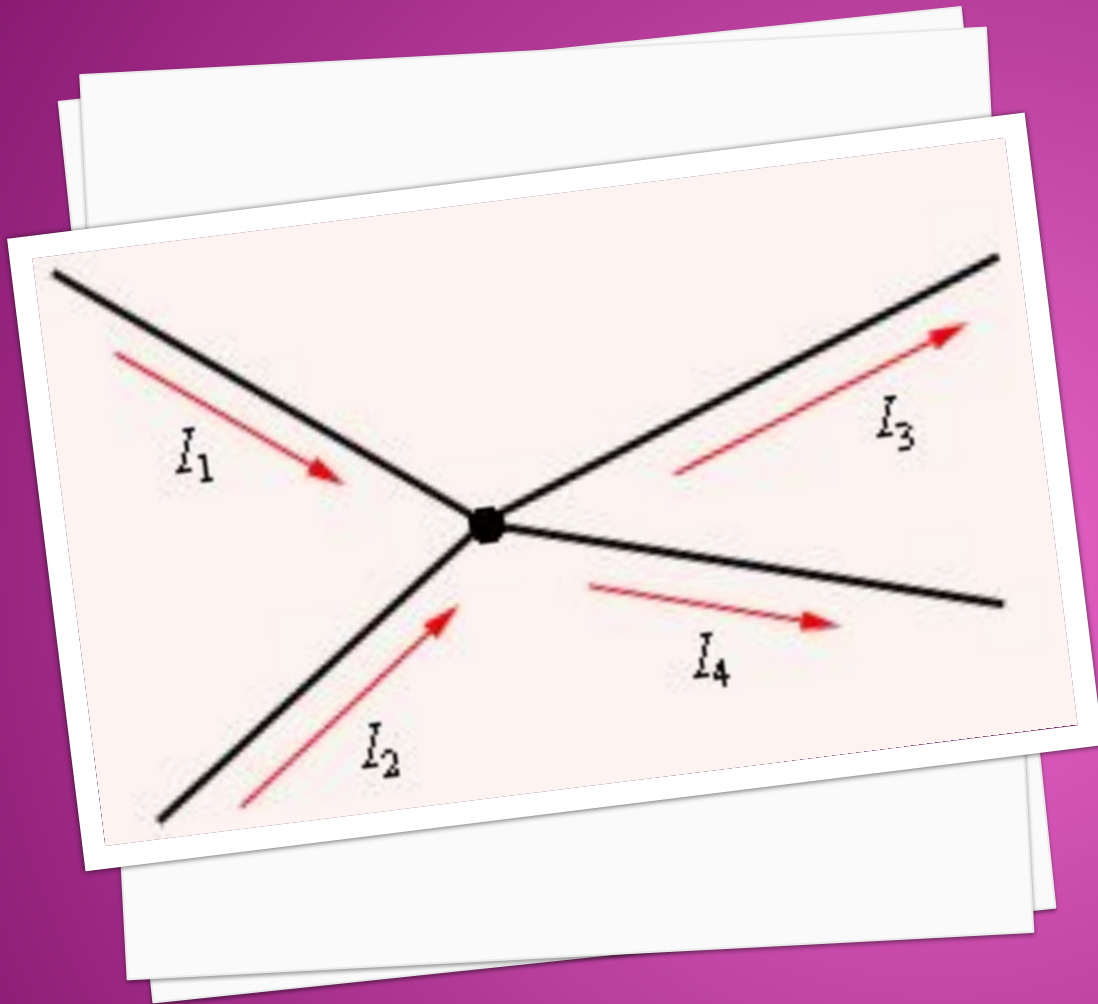
УЗЛЫ: a и d
 КОНТУРЫ: $abcd$,
 $adef$ и $abcdef$

ПЕРВЫЙ ЗАКОН КИРХГОФА (ЗАКОН ТОКОВ КИРХГОФА)

Алгебраическая сумма токов, сходящихся в узле электрической цепи, равна нулю:

$$\sum_{j=1}^n I_j = 0.$$

Устанавливать знаки для входящих и исходящих токов можно произвольно, но обычно придерживаются *правила знаков*: токи, входящие в узел, берутся со знаком "+", а выходящие из узла - со знаком "-".



$$I_1 + I_2 - I_3 - I_4 = 0$$

$$I_1 + I_2 = I_3 + I_4$$

ПЕРВЫЙ ЗАКОН КИРХГОФА

Иными словами, сколько тока втекает в узел, столько из него и вытекает.

Данный закон следует из *закона сохранения заряда*.

Если цепь содержит p узлов, то она описывается $p - 1$ уравнениями токов.

Этот закон может применяться и для других физических явлений (к примеру, водяные трубы), где есть закон сохранения величины и поток этой величины.

ВТОРОЙ ЗАКОН КИРХГОФА (ЗАКОН НАПРЯЖЕНИЙ КИРХГОФА)

Алгебраическая сумма падений напряжений по любому замкнутому контуру цепи равна алгебраической сумме ЭДС, действующих вдоль этого же контура:

Для *постоянных* напряжений:

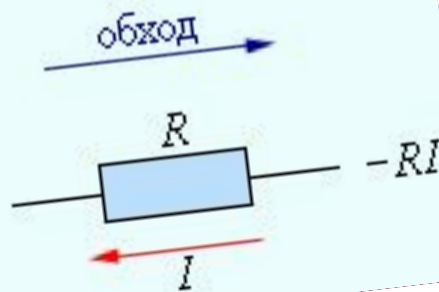
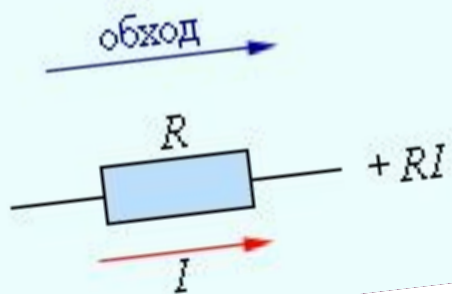
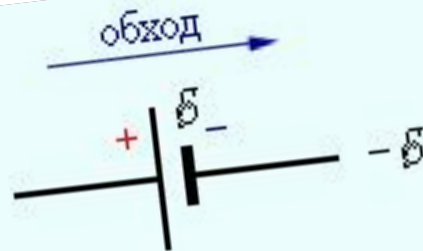
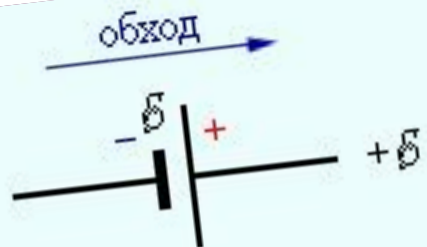
$$\sum_{k=1}^n E_k = \sum_{k=1}^m U_k = \sum_{k=1}^m R_k I_k;$$

Для *переменных* напряжений:

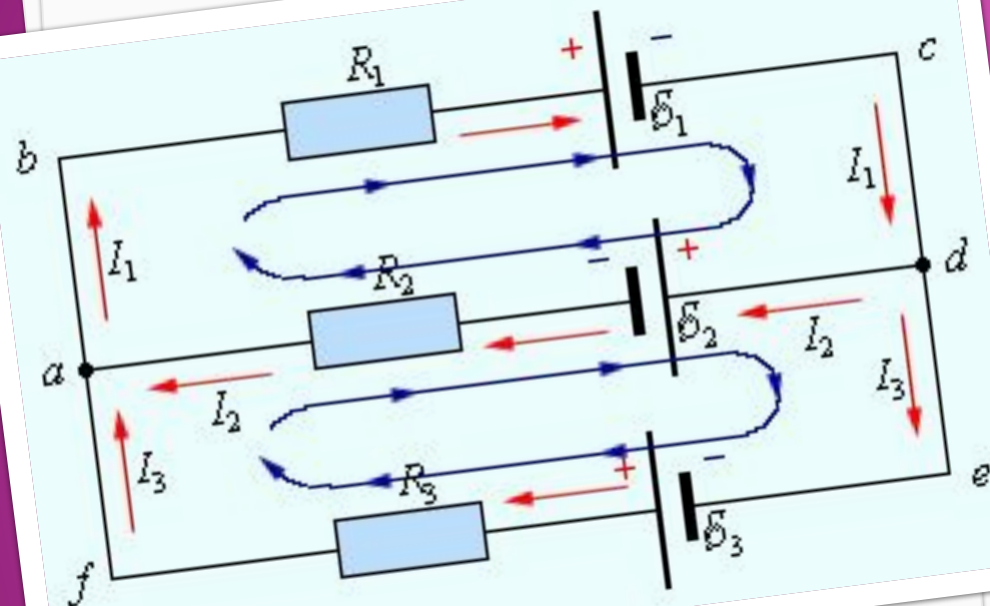
$$\sum_{k=1}^n e_k = \sum_{k=1}^m u_k = \sum_{k=1}^m R_k i_k + \sum_{k=1}^m u_{Lk} + \sum_{k=1}^m u_{Ck}.$$

ВТОРОЙ ЗАКОН КИРХГОФА

Перед записью уравнения по второму закону Кирхгофа выбирают направление обхода по замкнутому контуру (по часовой стрелке или против). Здесь так же принято *правило знаков*: слагаемые, в которых ток и ЭДС совпадают по направлению с выбранным направлением обхода контура, берутся со знаком плюс "+", в противном случае берутся со знаком минус "-".



ПРАВИЛО
ЗНАКОВ



ДЛЯ КОНТУРА *abcd*:

$$-E_1 - E_2 = U_1 + U_2$$

ДЛЯ КОНТУРА *adef*:

$$E_2 + E_3 = -U_2 + U_3$$

ДЛЯ КОНТУРА *abcdef*:

$$-E_1 + E_3 = U_1 + U_3$$

где

$$U_1 = I_1 R_1$$

$$U_2 = I_2 R_2$$

$$U_3 = I_3 R_3$$

по закону Ома

ВТОРОЙ ЗАКОН КИРХГОФА

Иными словами, при обходе цепи по контуру, потенциал, изменяясь, возвращается к исходному значению.

Если цепь содержит m ветвей, из которых содержат источники тока ветви в количестве m_i , то она описывается $m - m_i - (p - 1)$ уравнениями напряжений.

Частным случаем второго закона Кирхгофа для цепи, состоящей из одного контура, является закон Ома для этой цепи.

СПРАВЕДЛИВОСТЬ ЗАКОНОВ КИРХГОФА

Законы Кирхгофа
справедливы для
линейных и нелинейных
цепей при любом
характере изменения во
времени токов и
напряжений.

ПРАВИЛА КИРХГОФА

«Законы Кирхгофа» также именуют «Правилами Кирхгофа», ибо они не отражают фундаментальных сущностей природы (и не являются обобщением большого количества опытных данных), а могут быть выведены из других положений и предположений.