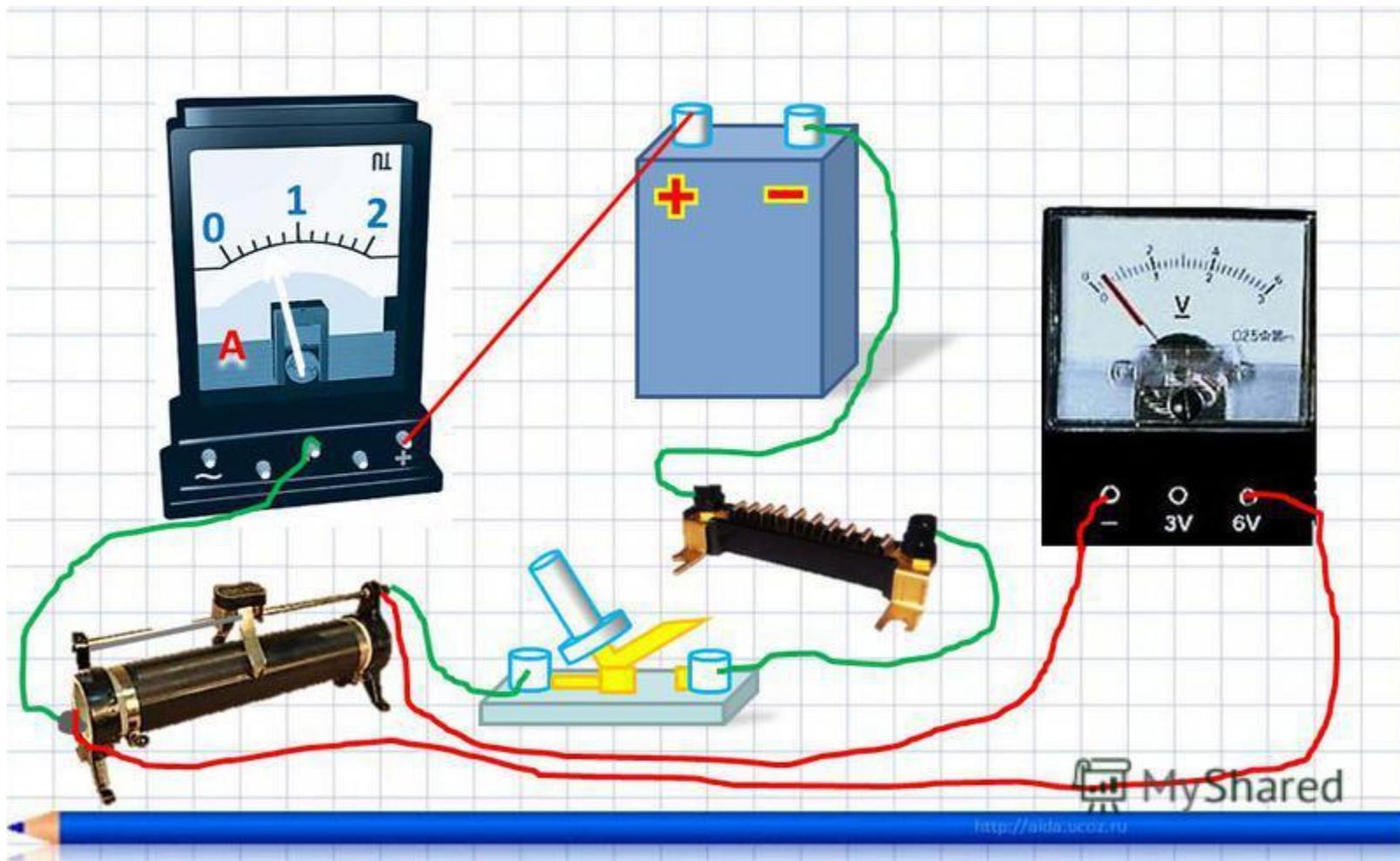


**Электрические цепи
постоянного напряжения
(тока)**

Электрическая цепь

- **ЭТО СОВОКУПНОСТЬ**
электротехнических
элементов и устройств, а
также соединяющих их
проводников, по которым
может передаваться
электрическая энергия



ЭЛЕМЕНТЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЦЕПИ

ОСНОВНЫЕ:

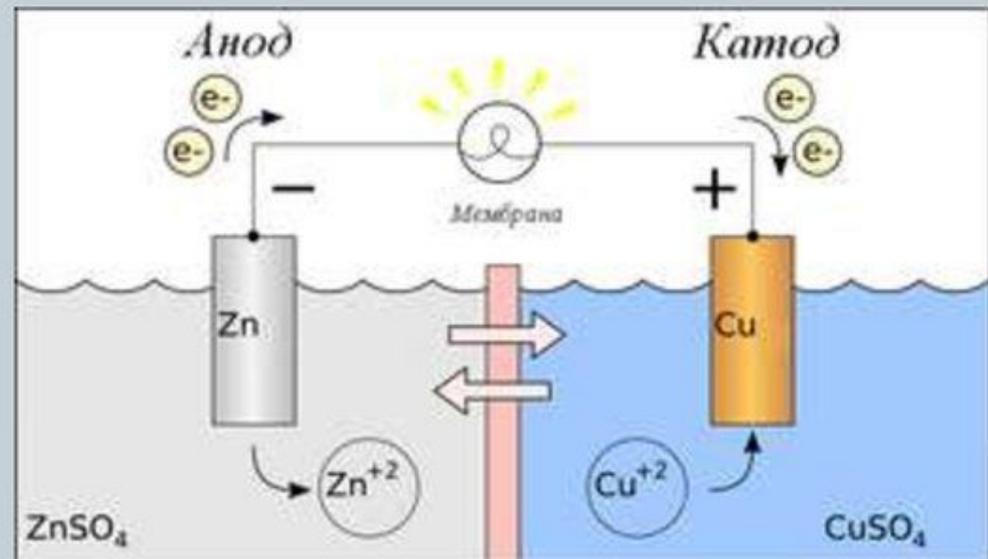
- **Источники электромагнитной энергии** — элементы, в которых происходит преобразование энергии какого-либо вида в электрическую
- **Элементы передачи электромагнитной энергии** — соединительные провода
- **Приемники электромагнитной энергии** - электролампы, электропечи и т.д.

Некоторые виды химических источников тока



- **Гальванические элементы**

Принцип действия гальванического элемента основан на взаимодействии двух металлов через электролит, приводящем к возникновению в замкнутой цепи электрического тока.



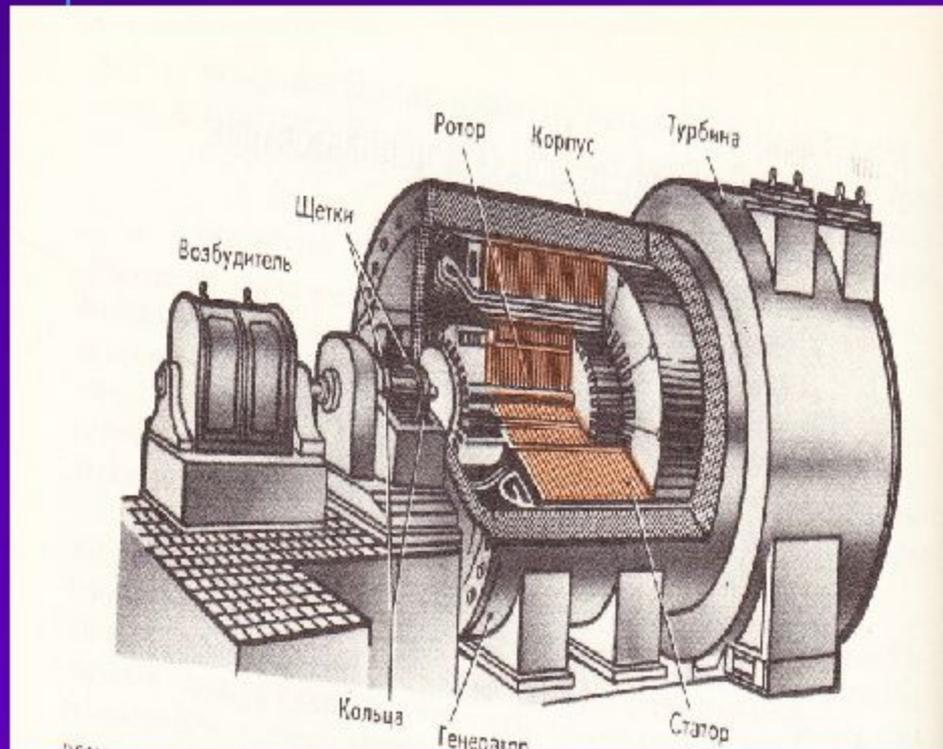
Солнечные батареи



Солнечные батареи используют как для домашнего пользования, так и для использования на больших территориях.

В диодах, транзисторах и солнечных батареях используют P-n переходы

Генератор электрического тока



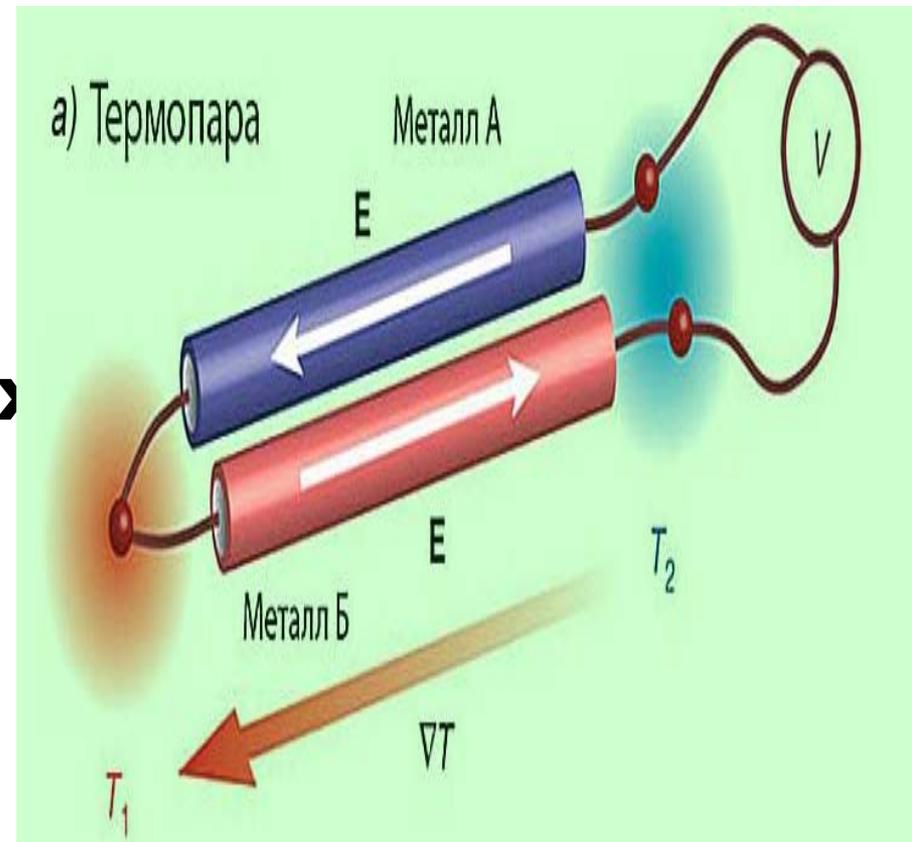
Генератор преобразует механическую энергию в электрическую

Действие генератора основано на явлении электромагнитной индукции

Действие термоэлектрогенератора

основано на
использовании
термоэлектрического
эффекта в месте
соединения двух разных
металлов.

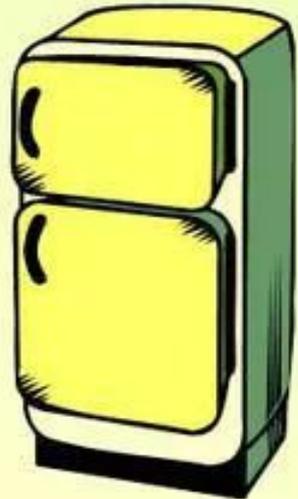
На концах при
нагревании возникает
термо- ЭДС

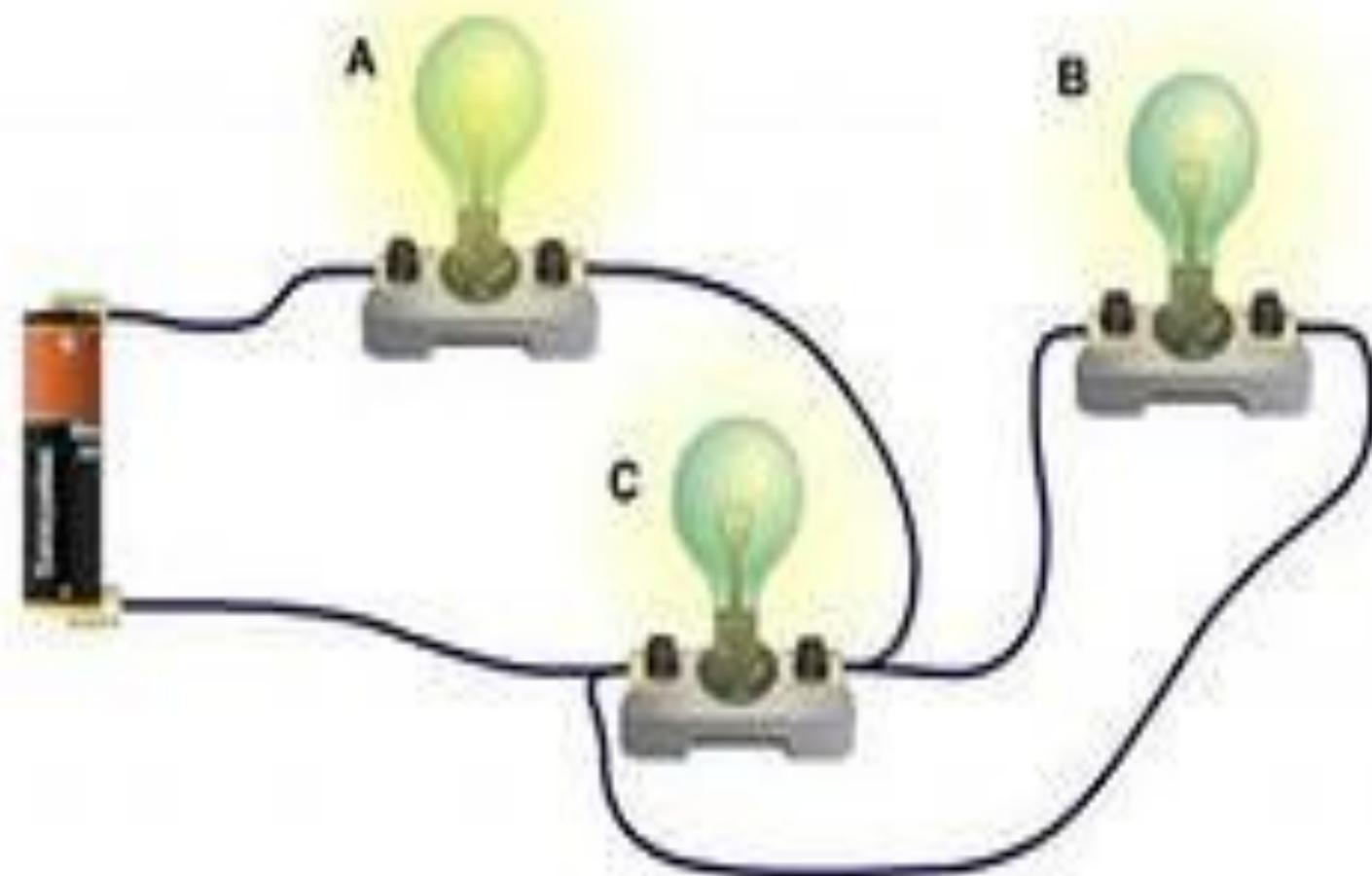


Потребители (приемники) электрического тока



Всевозможные приборы, которые потребляют в процессе своей работы электрическую энергию называют *приемниками* или *потребителями* электрической энергии.





Неосновные:

Замыкающие и размыкающие устройства

служат для включения и выключения приемников электрической энергии (ключи, рубильники, кнопки, выключатели)

Измерительные приборы служат для контроля параметров цепи

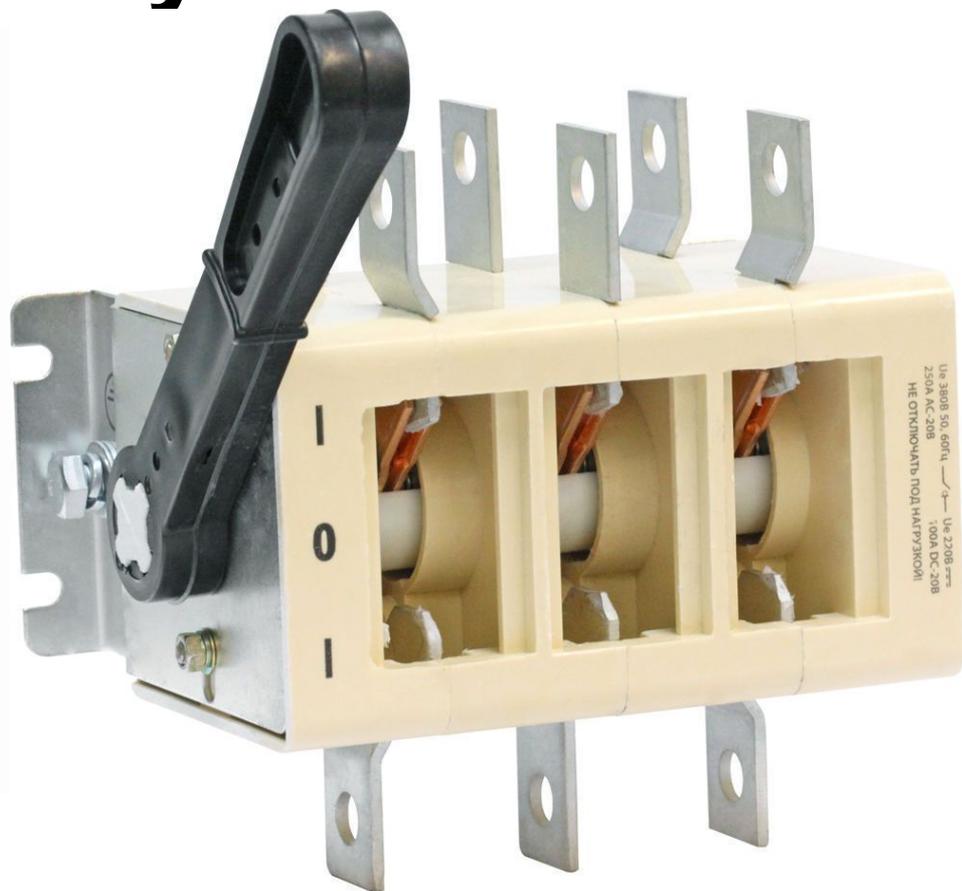
Элементы защиты служат для защиты от коротких замыканий, перегрузки и т.д..

Коммутационные аппараты

Ключ



Рубильник





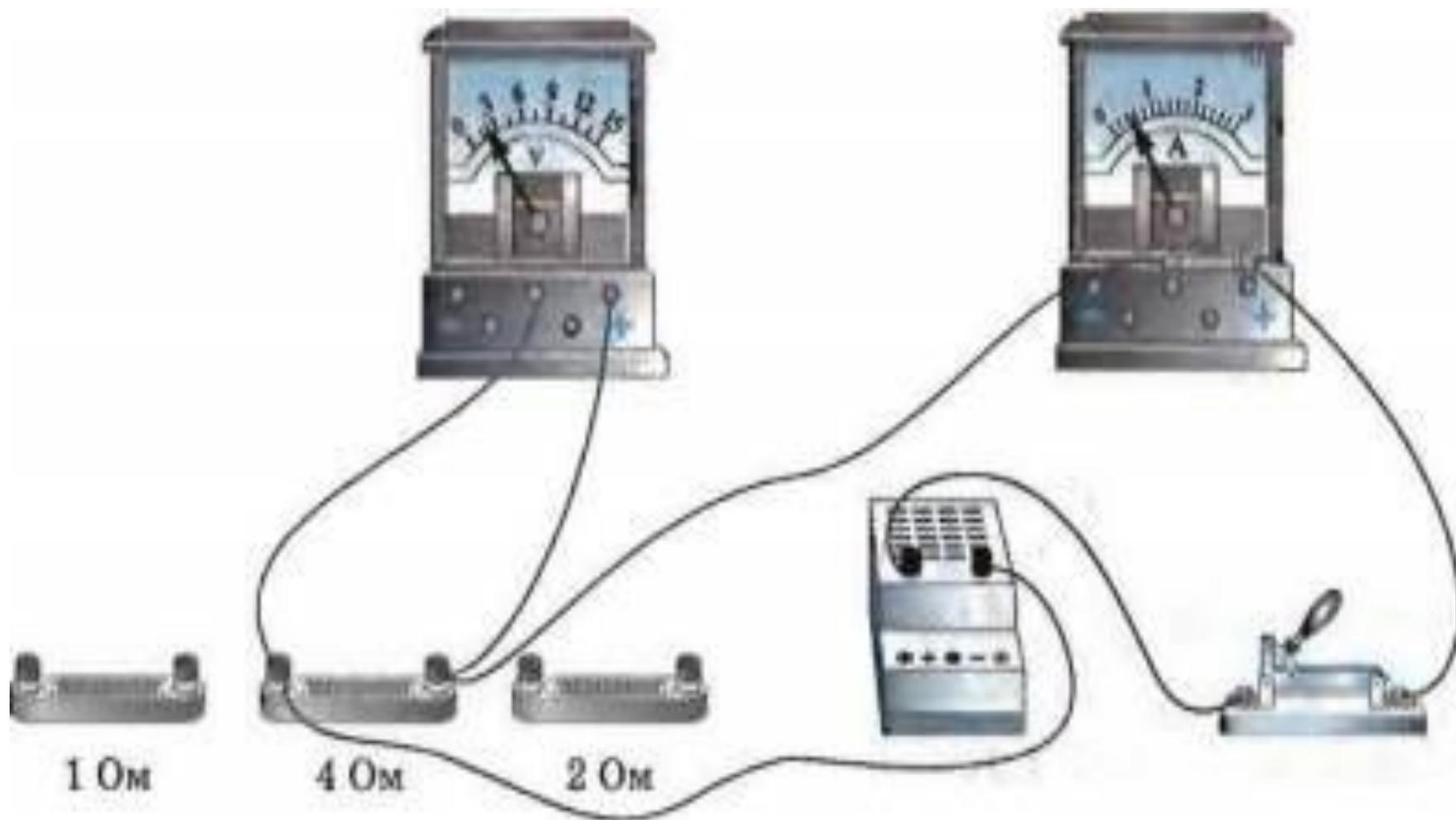
Предохранитель



Предохранители – это электрические аппараты, предназначенные для защиты электрических цепей от аварийных режимов, защиты электрических сетей, электрооборудования общепромышленных установок от токов перегрузки и коротких замыканий (**некоторые предохранители защищают только от короткого замыкания**).

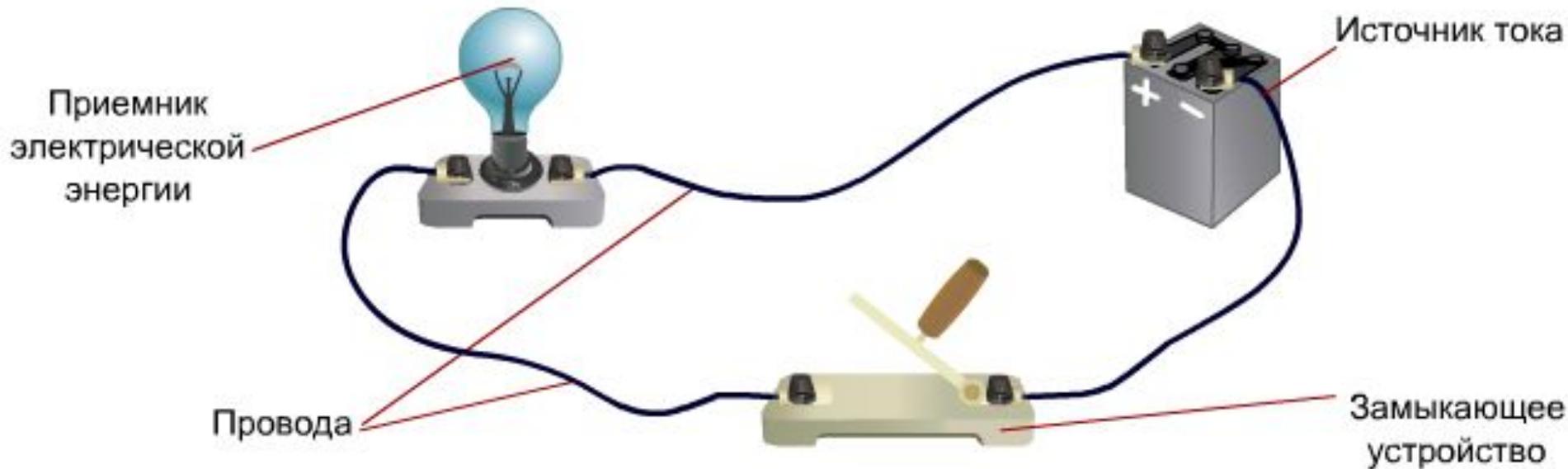


Электрическая цепь



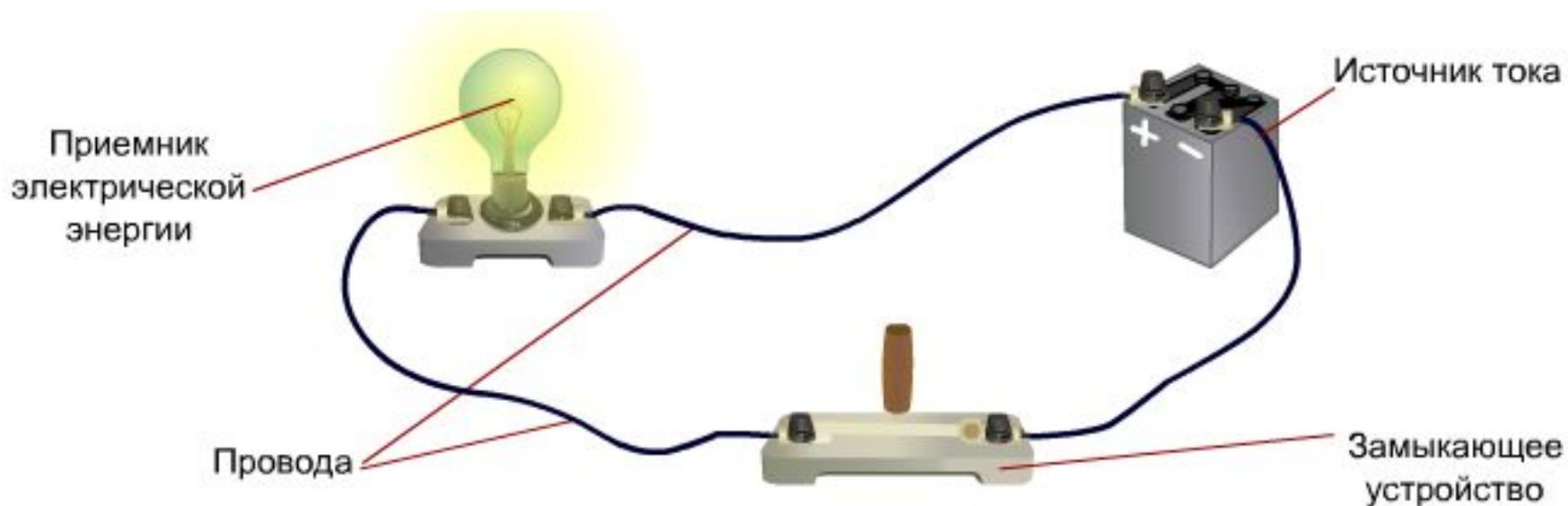
Электрическая цепь состоит из:

1. источника тока;
2. приемника;
3. замыкающего устройства;
4. соединительных проводов.

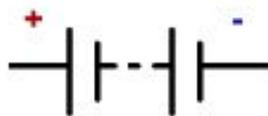
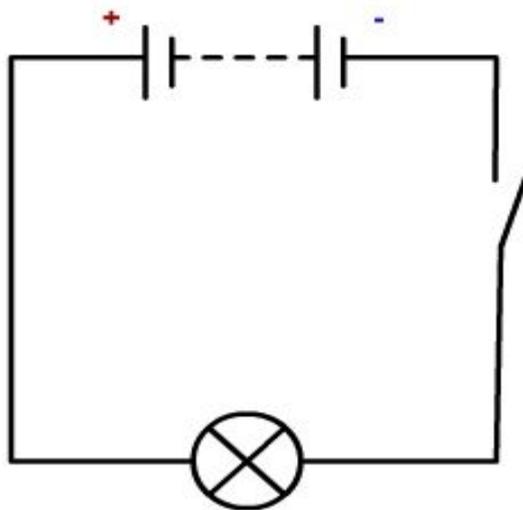


Простейшая электрическая цепь

Электрическая цепь, по которой идет ток, называется **замкнутой**.



Электрическая схема – чертеж, на котором изображены способы соединения электрических приборов в цепь.



- ИСТОЧНИК ТОКА

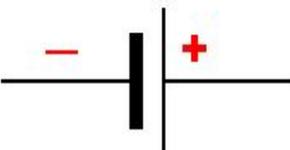
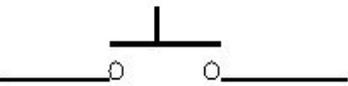
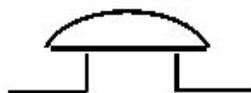
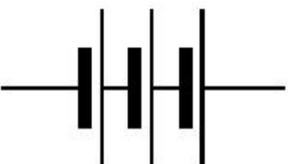
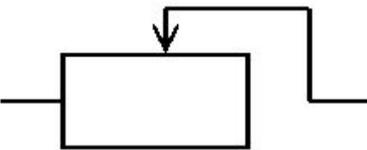
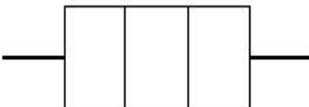


- ЛАМПОЧКА



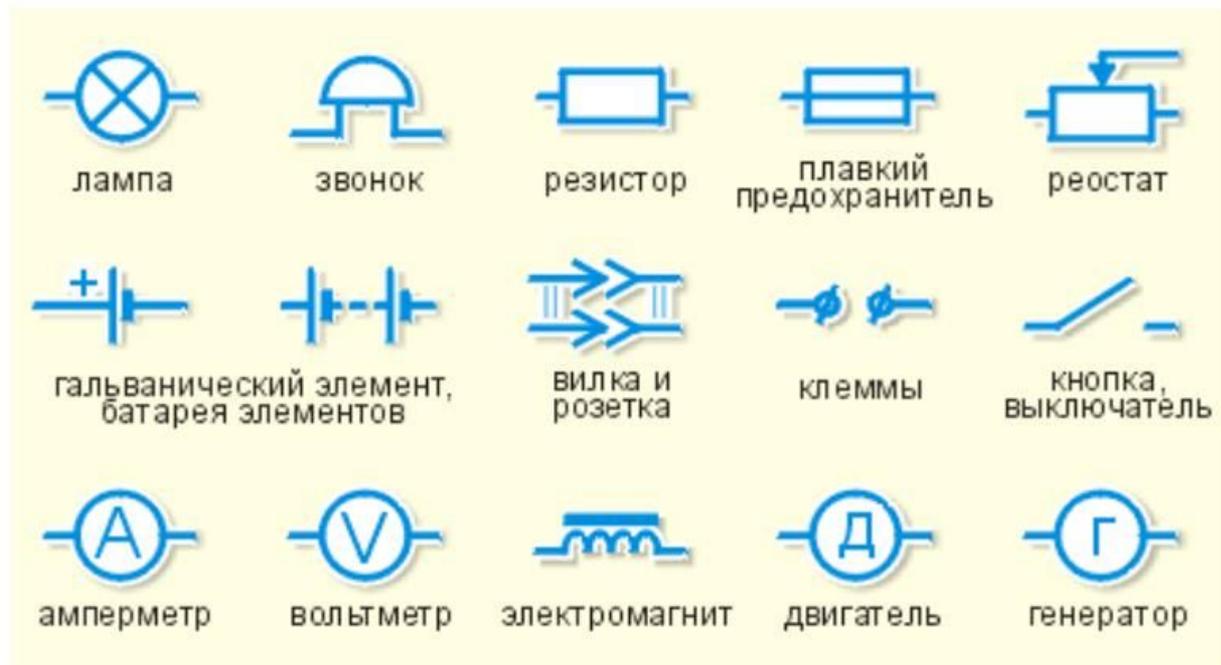
- КЛЮЧ

Условное обозначение элементов электрической цепи

источники тока	потребители	управляющие элементы	провода
 <p>гальванический элемент</p>	 <p>лампочка</p>	 <p>кнопка</p>	 <p>соединение проводов</p>
	 <p>звонок</p>	 <p>ключ</p>	 <p>клеммы</p>
 <p>батарея элементов</p>	 <p>резистор</p>	 <p>реостат</p>	 <p>пересечение проводов</p>
	 <p>нагревательный элемент</p>	 <p>предохранитель</p>	

Обозначения приборов

условные обозначения электроприборов:



Параметры и характеристики электрической цепи

ЭДС

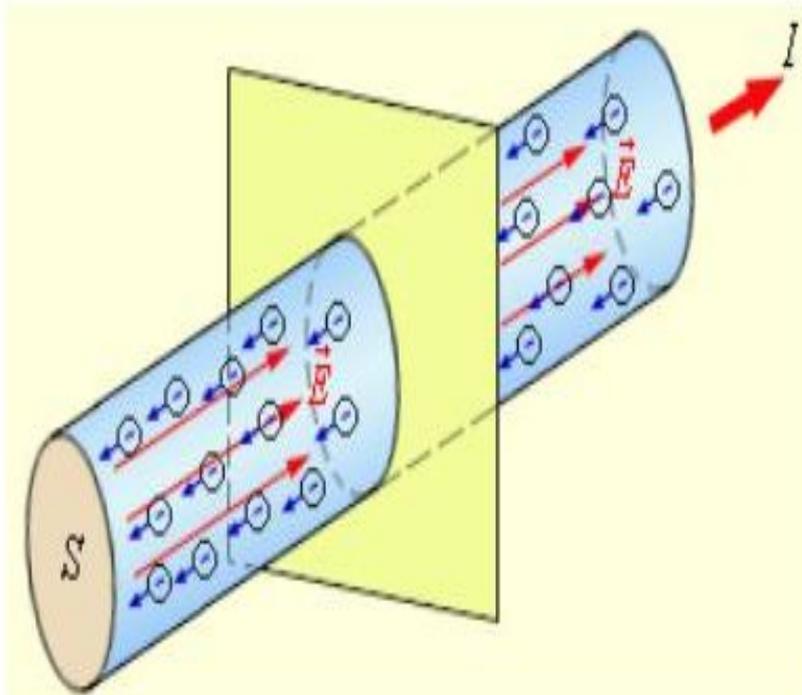
- **Электродвижущая сила** - характеристика источника энергии в электрической цепи. **Электродвижущая сила** измеряется отношением работы сторонних **сил** по перемещению заряда вдоль контура к величине этого заряда. ЭДС измеряется в вольтах.

$$E = A_{ст} / q$$

Электрический ток

- **Электрический ток** - направленное и упорядоченное движение электронов под действием электрического поля создаваемого за счет Э.Д.С. источника питания.
- За направление электрического тока в электротехнике принято **направление, противоположное направлению движения электронов**. Всегда в электрической цепи ток направлен от положительного полюса источника к отрицательному.

Сила тока



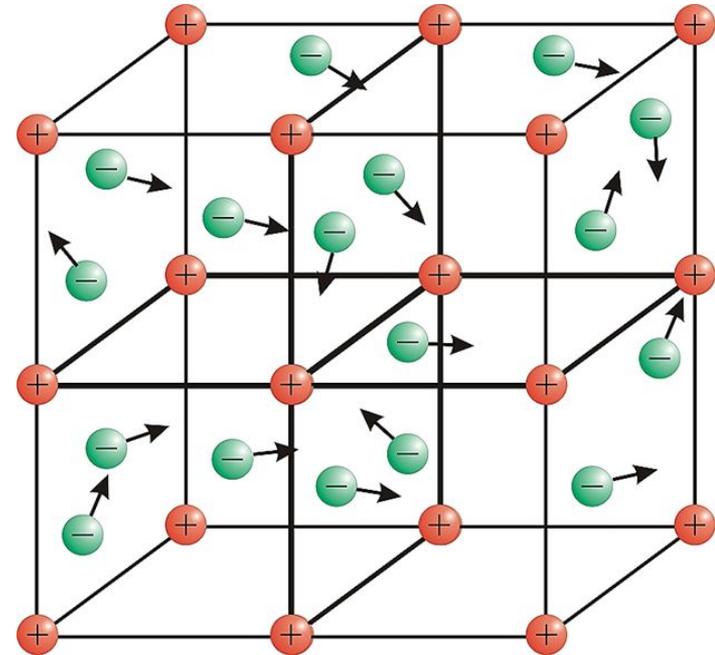
сила тока I – скалярная физическая величина, равная отношению заряда Δq , переносимого через поперечное сечение проводника за интервал времени Δt , к этому интервалу времени:

$$I = q / t$$

Сопротивление

Электрическое сопротивление характеризует способность проводника препятствовать прохождению электрического тока.

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



**Подробнее о сопротивлении
смотрим презентацию
«СОПРОТИВЛЕНИЕ»**

Проводимость

Величина, обратная сопротивлению, называется проводимостью и измеряется в сименсах (См):

$$G = 1 / R$$

Электрическое напряжение -

энергетическая характеристика поля вдоль рассматриваемого пути из одной точки в другую, которой оценивается возможность совершения работы при перемещении заряженных частиц между этими точками.

$$[U] = \text{В (вольт)}$$

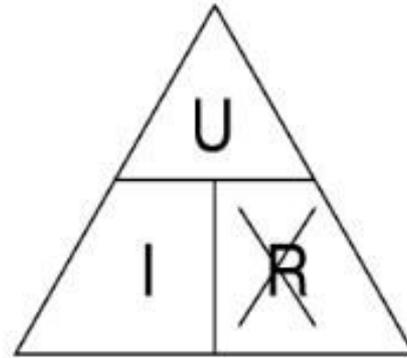
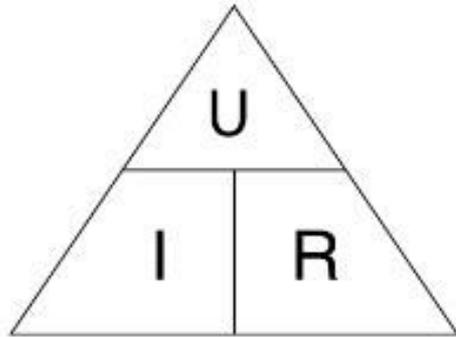
Законы Ома.

закон Ома для участка цепи

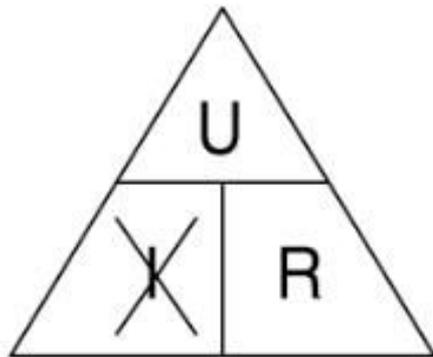
- Электрический ток на участке цепи прямо пропорционален напряжению на этом участке и обратно пропорционален сопротивлению того же участка.

$$I = \frac{U}{R}, [A = B/Ohm]$$

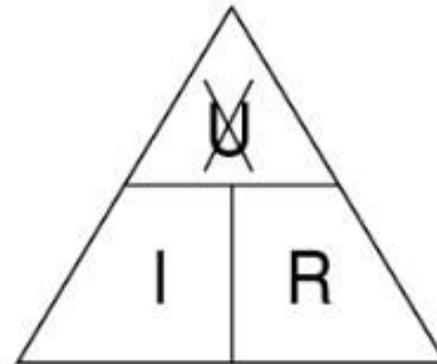
- При постоянном напряжении ток в цепи будет тем больше, чем меньше сопротивление этой цепи, причем ток в цепи увеличивается во столько раз, во сколько раз уменьшается сопротивление цепи.



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



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



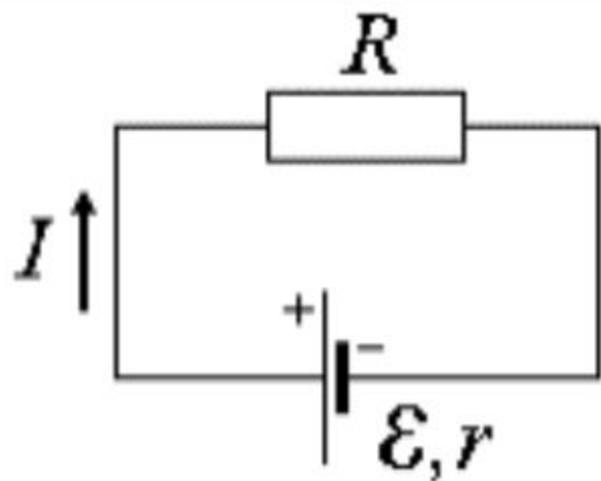
$$U = IR$$

закон Ома для всей цепи

- путь тока проходит не только по внешней части цепи, но также и по внутренней части цепи, т.е. внутри самого источника энергии.
- Электрический ток, проходя по внутренней части цепи, преодолевает ее внутреннее сопротивление и потому внутри источника также происходит падение напряжения.
- электродвижущая сила (э.д.с.) источника электрической энергии идет на покрытие внутренних и внешних потерь напряжения в цепи.

Формулировка закона Ома для полной цепи

- *Сила тока прямо пропорциональна сумме ЭДС цепи, и обратно пропорциональна сумме сопротивлений источника и цепи, где \mathcal{E} – ЭДС, R – сопротивление цепи, r – внутреннее сопротивление источника.*



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



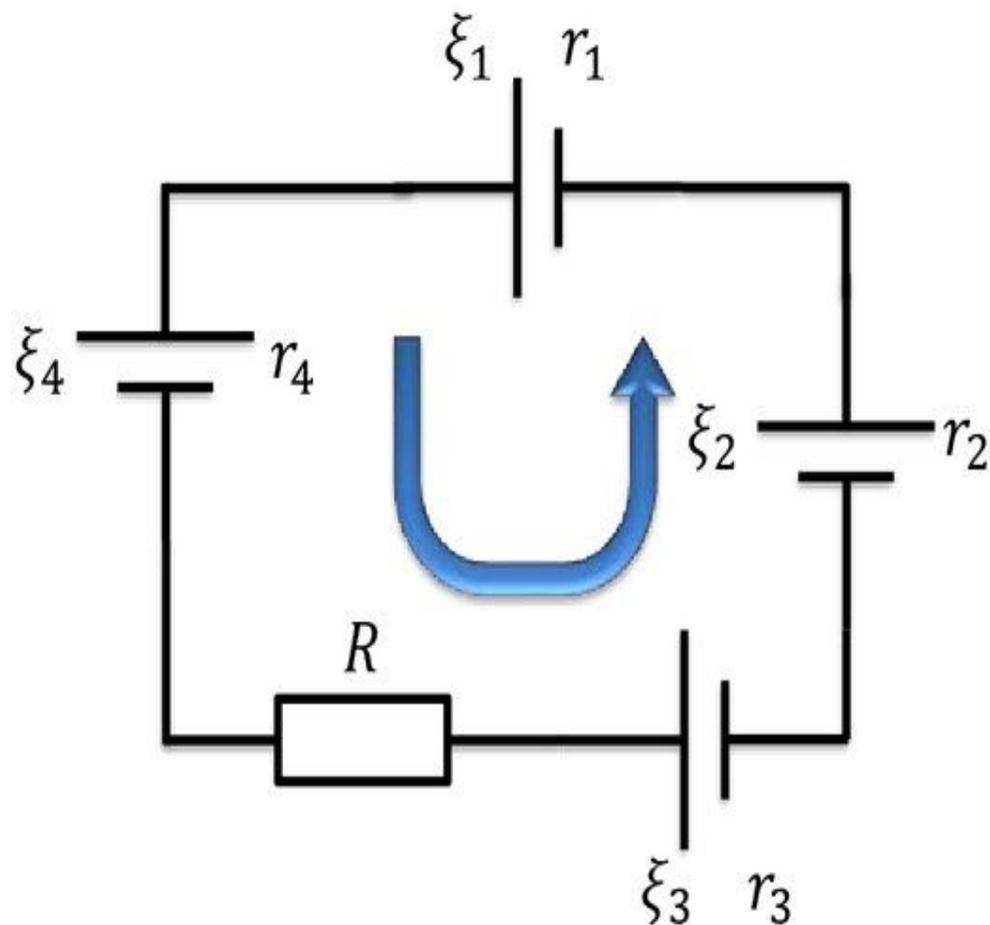
Несколько источников тока

$$\xi_1 > 0; \xi_2 > 0$$

$$\xi_3 < 0; \xi_4 < 0$$

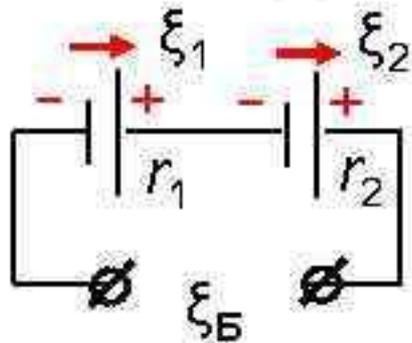
$$\xi = \xi_1 + \xi_2 - \xi_3 - \xi_4$$

$$R_{\text{общ}} = R + r_1 + r_2 + r_3 + r_4$$



3. Соединение источников тока в батарее

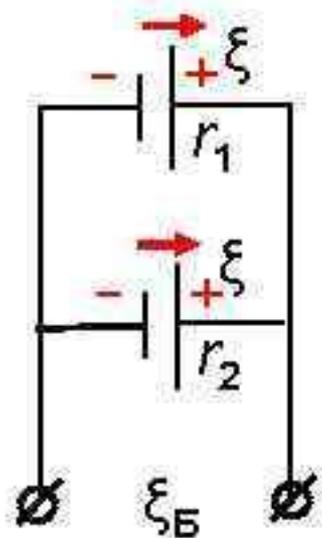
Послед. соедин-е:



$$\xi_B = \xi_1 + \xi_2 + \dots + \xi_n$$

$$r_B = r_1 + r_2 + \dots + r_n$$

Паралл. соедин-е.



Соединяют источники с **одинаковыми ξ**

$$\xi_B = \xi$$

$$\frac{1}{r_B} = \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \dots + \frac{1}{r_n}$$

Если **r**
одинаковые:

$$r_B = \frac{r}{n}$$

Мощность цепи

Энергетические
характеристики постоянного
тока

Работа электрического тока

Работа электрического тока на участке цепи равна произведению напряжения на концах этого участка на силу тока и на время, в течение которого совершалась работа.

$$A = q U = I U t$$

$$1 \text{ Дж} = 1 \text{ В} \cdot \text{А} \cdot \text{с} .$$

Мощность электрического тока

- это физическая величина, которая показывает, какая работа была совершена электрическим током за промежуток времени. (P)

$$P = \frac{A}{t}$$

Лампы дневного света		0,001 Вт
Лампы накаливания		25—5000 Вт
Компьютер		200—450 Вт
Электрический чайник		650—3100 Вт
Стиральная машина		2000—4000 Вт
Трамвай		150000—240000 Вт

На практике
работу
электрического
тока измеряют
специальными
приборами —
счётчиками

1 к Вт ч =
3600 к Дж



Закон Джоуля – Ленца:

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

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

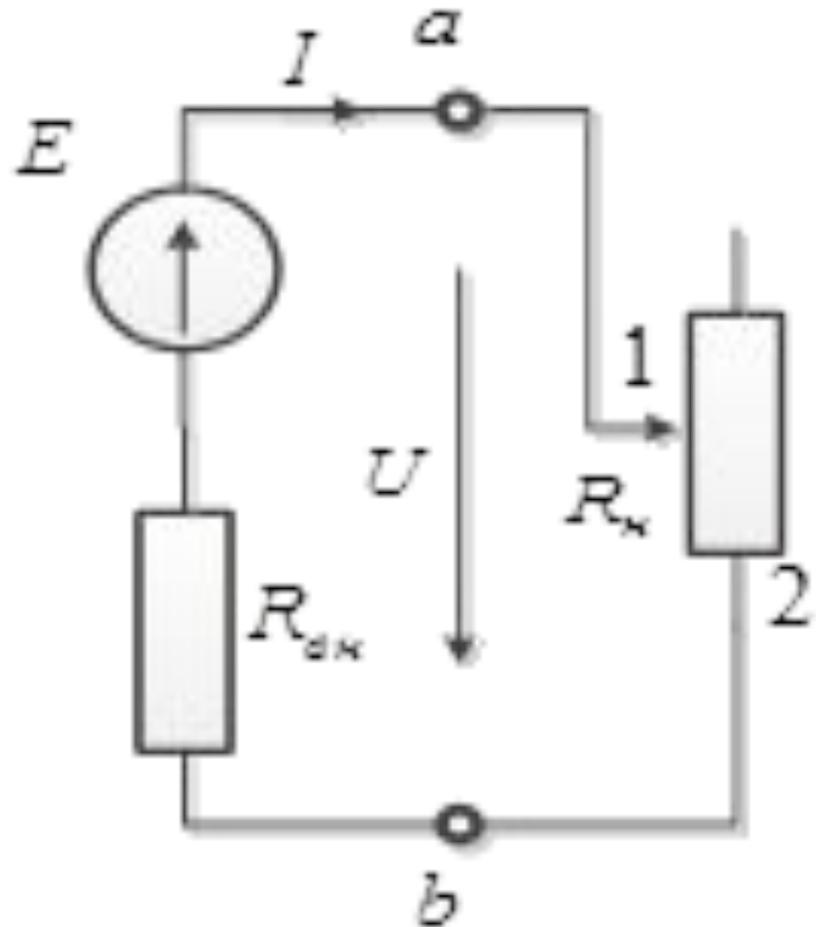
Режимы работы ЭЦ

Режим электрической цепи -
совокупность режимов работы
отдельных ее элементов.

- **номинальный;**
- **режим холостого хода;**
- **режим короткого замыкания;**
- **согласованный режим.**

Номинальный режим работы ЭЦ

режим работы при
номинальном
значении
сопротивления
приемника
(при $R_{\text{н}} = R_{\text{ном}}$)

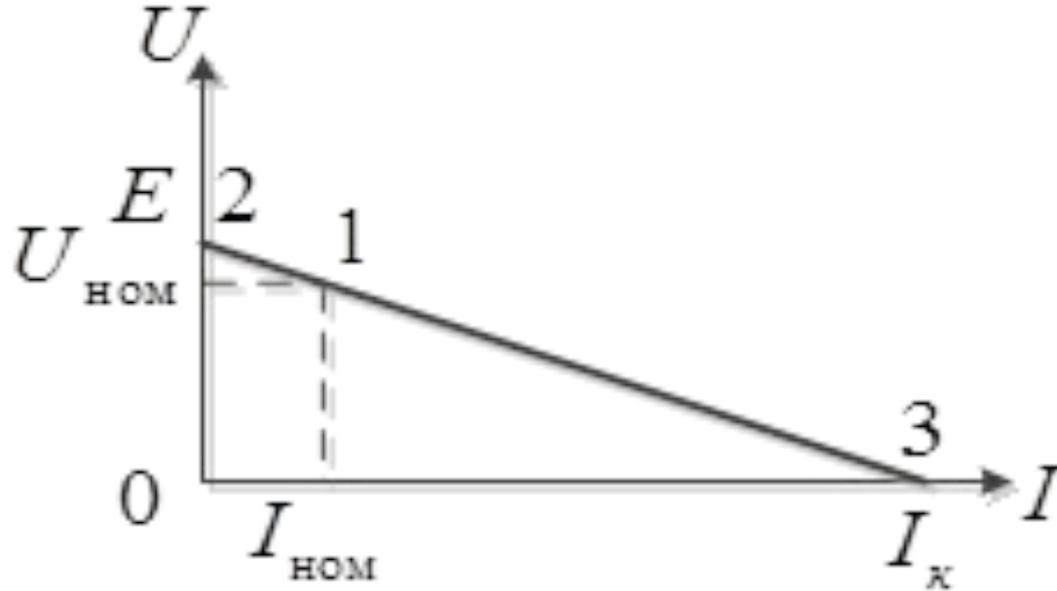


Номинальный режим

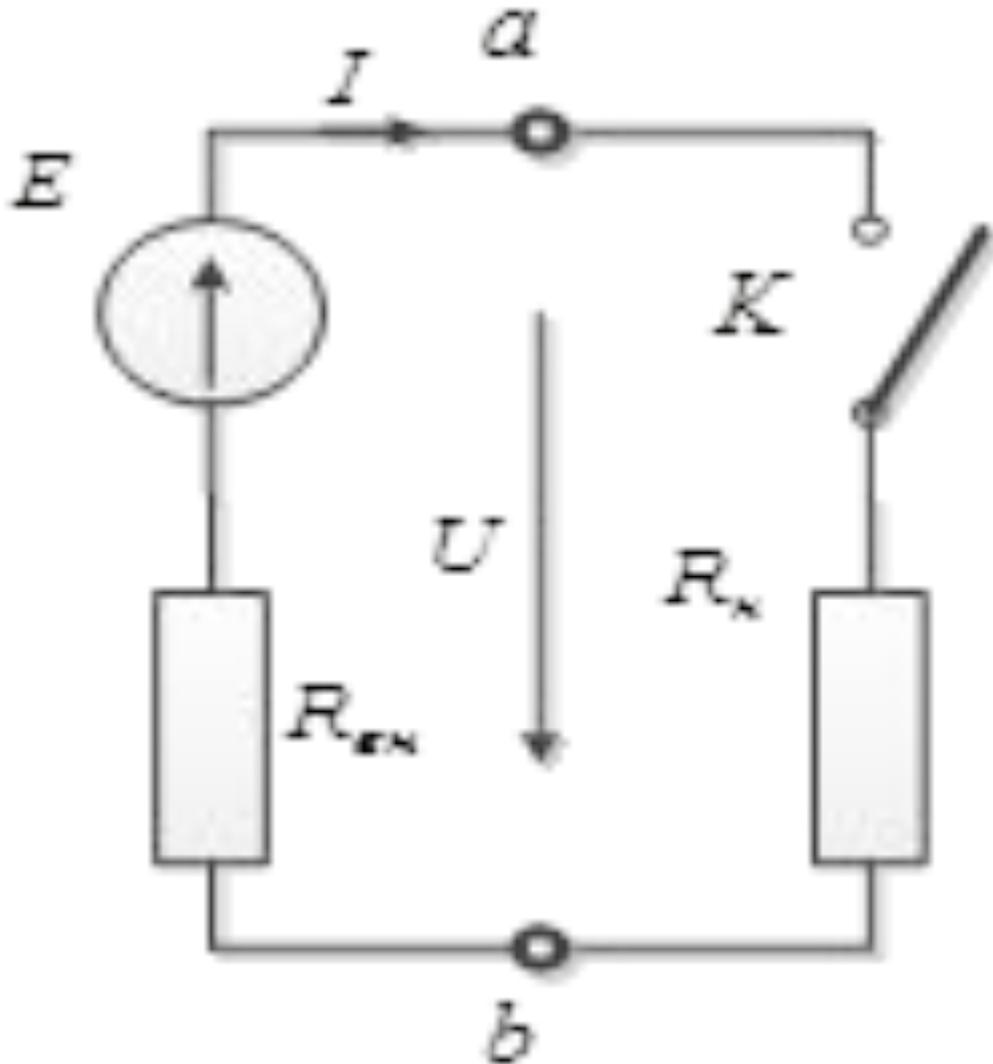
– это основной режим, на который рассчитана электрическая цепь заводом-изготовителем по условиям длительной гарантированной работы.

Номинальные данные указываются в паспорте приемника и источника электроэнергии. $U_{ном}$; $P_{ном}$

На графике внешней характеристики
номинальному режиму соответствуют точка 1
($I=I_{ном}$, $U=U_{ном}$).



Холостого хода



при значении
сопротивления
приемника

$$R_{\text{H}} = \infty$$

Режим холостого хода – это режим работы в отсутствие нагрузки. Режиму холостого хода соответствует точка 2 на рисунке 1, *b*. В этой схеме электрическая цепь разомкнута,

$$R_n = \infty, I = 0.$$

Уравнение внешней характеристики для режима холостого хода принимает вид:

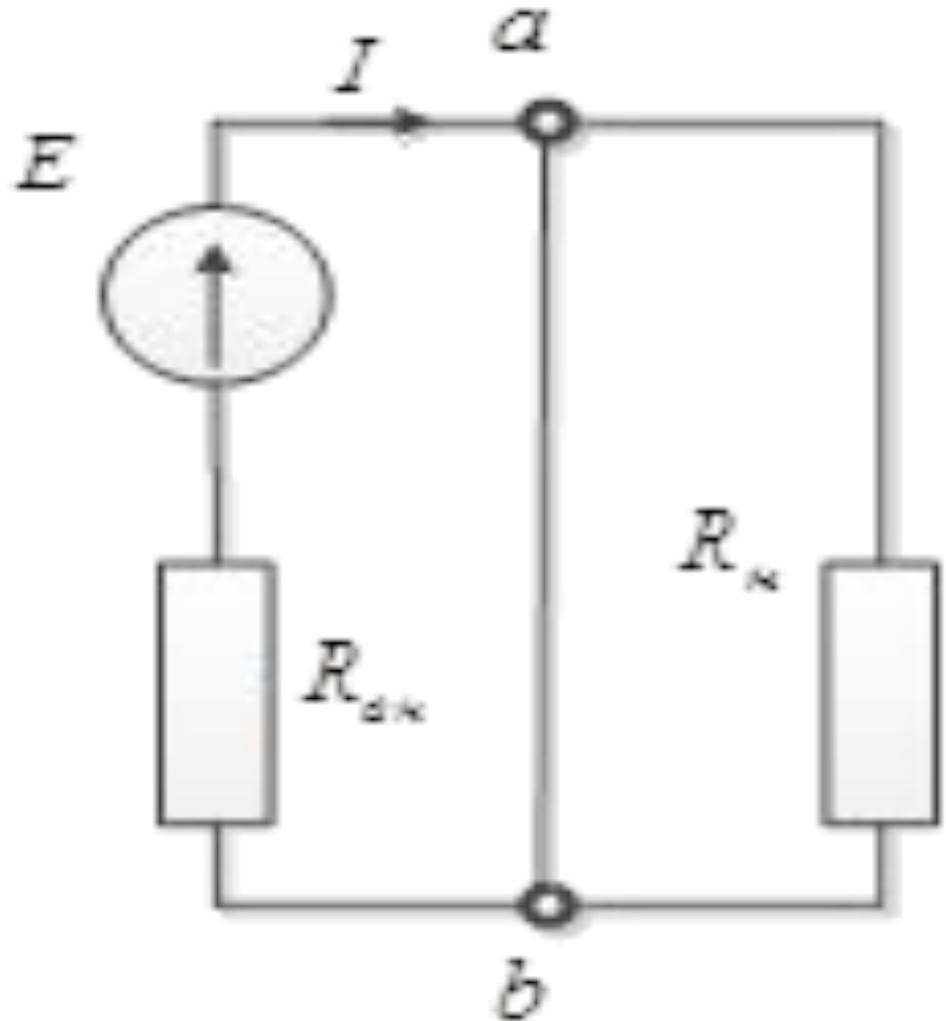
$$U = E.$$

Из этого уравнения следует, что напряжение на выводах источника в режиме холостого хода равно ЭДС.

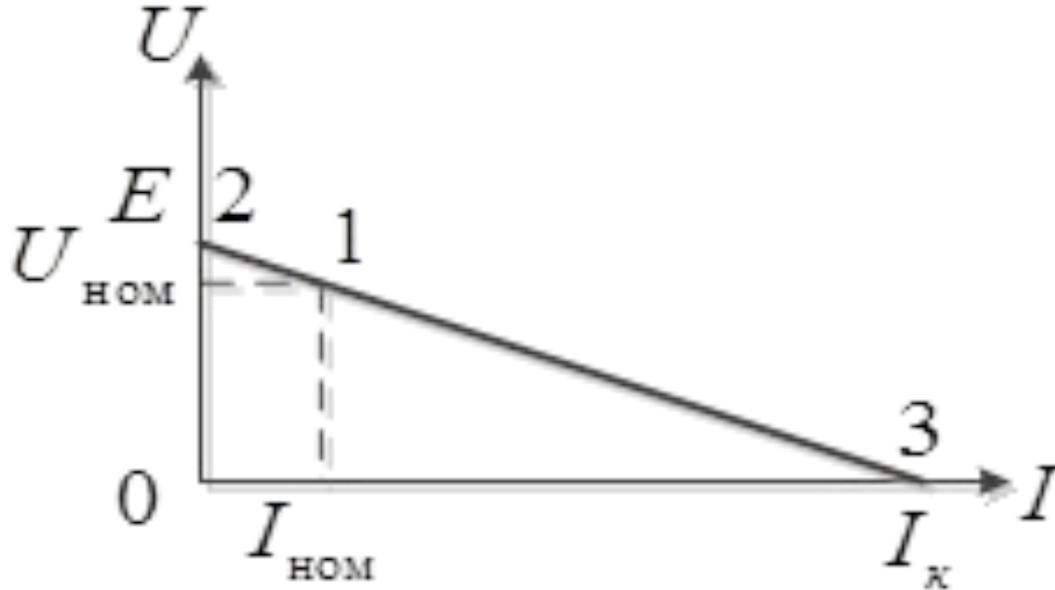
Номинальный (*a*), Холостого хода (*b*) и
Короткого замыкания (*c*)

при значении
сопротивления
приемника

$$R_{\text{H}} = 0$$

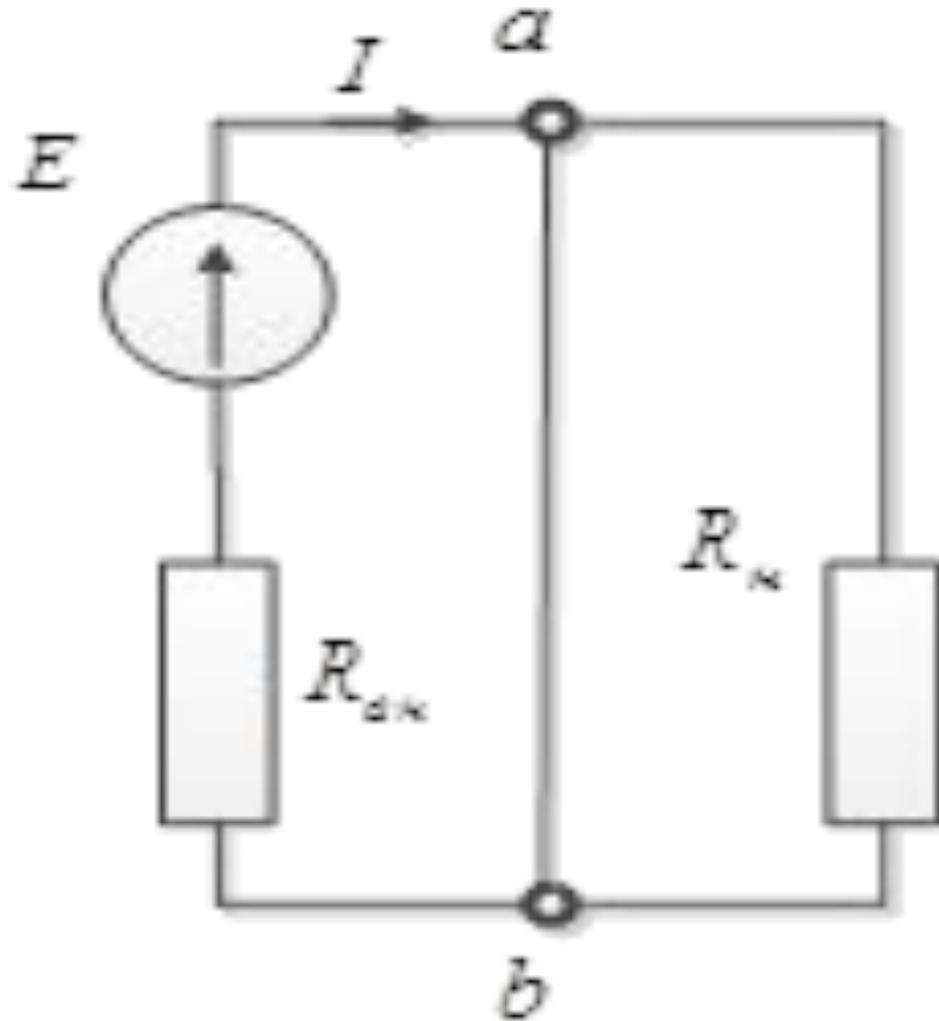


На графике внешней характеристики режиму холостого хода соответствует точка **2** ($I = 0, U = E$).

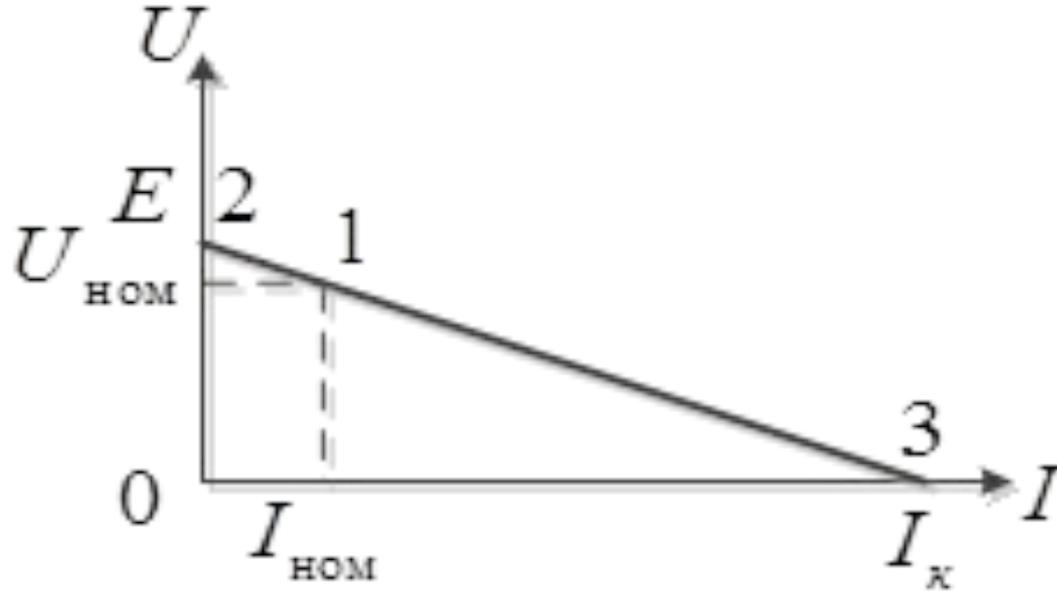


Короткого замыкания

Выводы источника a и b соединены между собой проводом, сопротивление которого равно нулю. При этом выводы приемника также замкнуты проводом ab .



На графике внешней характеристики режиму короткого замыкания соответствует точка 3 ($U = 0, I = I_{\kappa}$).



В связи с этим в большинстве случаев короткое замыкание – это **аварийный режим**, особенно для источников большой мощности, внутреннее сопротивление которых относительно мало.

