

# Урок № 9

## Последовательного и параллельного соединения элементов электрической цепи

Преподаватель: Цепелев Д.В.

## Цель:

- формирование представления о неразветвленной электрической цепи, последовательном и параллельном соединении пассивных элементов.



Электрическое соединение – это ...



Электрическое соединение – это ...


Электрическое соединение -  
соединение участков электрической  
цепи, с помощью которого образуется  
электрическая цепь



Что называется сопротивлением?

Что называется электрическим сопротивлением?

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




От каких параметров зависит сопротивление проводника?

От каких параметров зависит сопротивление проводника?

- $\rho$  — удельное сопротивление вещества проводника, Ом·м,
- $l$  — длина проводника, м,
- $S$  — площадь поперечного сечения, м<sup>2</sup>






Кто скажет математическую запись закона Ома  
для участка цепи.

Кто скажет математическую запись закона Ома  
для участка цепи.

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




Силу тока в цепи увеличили в два раза. Как изменилось сопротивление проводника?

Силу тока в цепи увеличили в два раза. Как изменилось сопротивление проводника?

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

$$R = \frac{U}{2I}$$

- уменьшится в 2 раза




Напряжение в цепи уменьшили в два раза. Как изменилось сопротивление проводника?

Напряжение в цепи уменьшили в два раза. Как изменилось сопротивление проводника?

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

$$R = \frac{U}{2I}$$

- уменьшится в 2 раза



Длину проводника уменьшили в три раза. Как изменилось сопротивление проводника?

Длину проводника уменьшили в три раза. Как изменилось сопротивление проводника?

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

$$R = \rho \frac{l}{3S}$$

- уменьшится в 3 раза





TECT

Найдите формулу закона Ома для участка цепи

А)  $I = \frac{q}{t}$

Б)  $I = \frac{U}{R}$

В)  $I = I_1 + I_2$



В каких единицах измеряется сила тока?

А) А

Б) В

В) Ом



Как включается в цепь вольтметр?

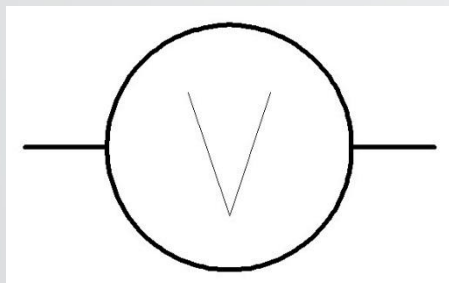
А) последовательно

Б) параллельно

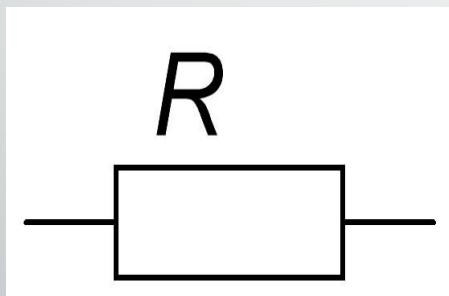
В) и последовательно, и параллельно

Как обозначается амперметр на схемах?

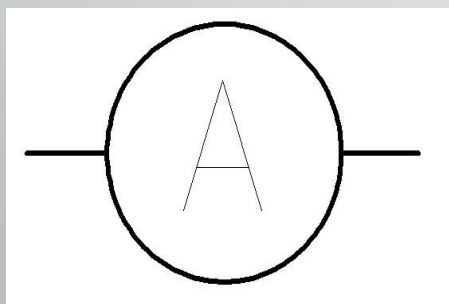
А)

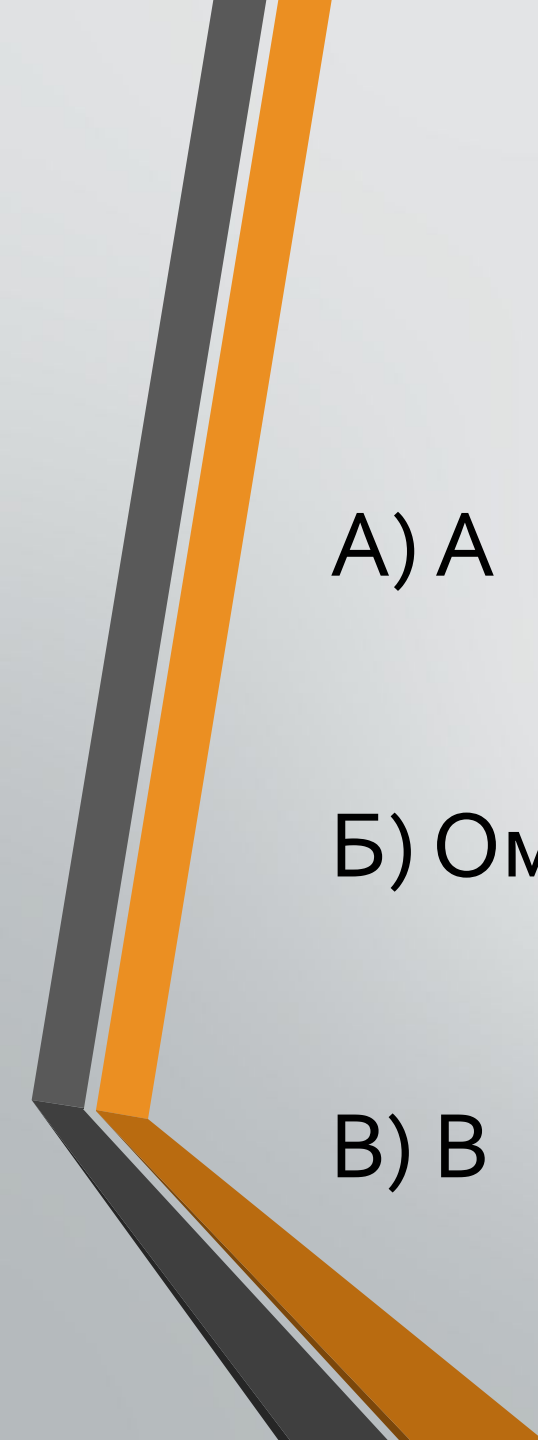


Б)



В)





В каких единицах измеряется сопротивление?

А) А

Б) Ом

В) В

- Изобразите на листочке элементарную электрическую схему цепи, которая включает в себя химический источник энергии, один резистор, и ключ со всеми условными обозначениями.



1.Б

Отвeты

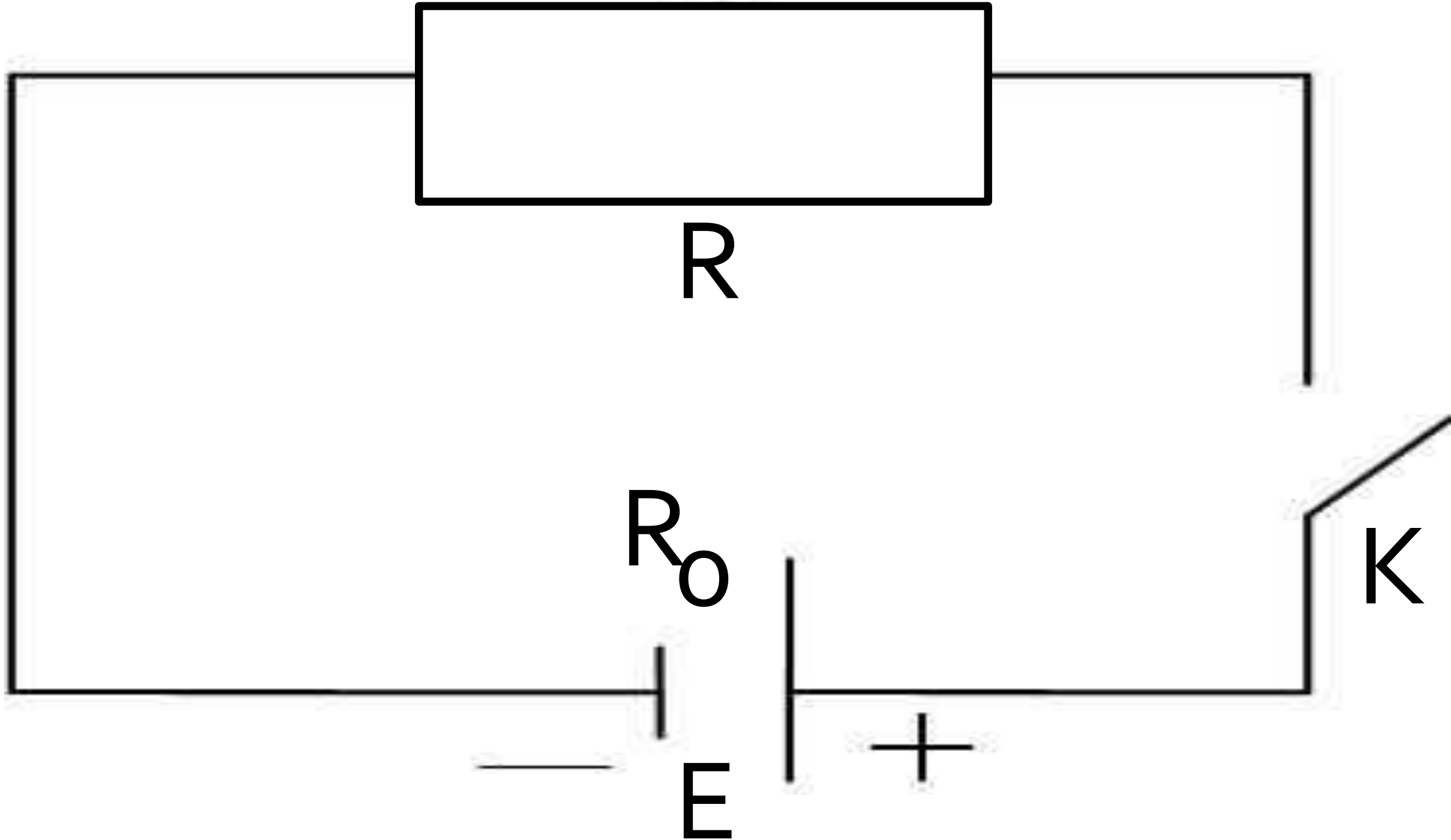
2.А

3.Б

4.В

5.Б





В схеме дано ЭДС источника равное 45В  
длинна проводника равна 15м, а площадь  
поперечного сечения  $11\text{мм}^2$  с силой тока 22,5А.  
Чему равно сопротивление на источнике, если  
удельное сопротивление равно  $\rho = (1,1\text{Ом мм}^2)/\text{м}$ ?

**Дано:**

**Решение:**

$$l = 15 \text{ м}$$

$$S = 11 \text{ мм}^2$$

$$\rho = 1,10 \text{ м} \cdot \text{мм}^2 / \text{м}$$

$$E = 45 \text{ В}$$

$$R_0 = ?$$

Дано:

$$l = 15 \text{ м}$$

$$S = 11 \text{ мм}^2$$

$$\rho = 1,1 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2 / \text{м}$$

$$E = 45 \text{ В}$$

$R_0$  - ?

Решение:

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

$$R = \frac{1,1 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2 / \text{м} \cdot 15 \text{ м}}{11 \text{ мм}^2} = 1,5 \quad .$$

$$I = \frac{E}{R + r_0}$$

Дано:

$$l = 15 \text{ м}$$

$$S = 11 \text{ мм}^2$$

$$\rho = 1,1 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$$


$$E = 45 \text{ В}$$

$R_0$  - ?

Решение:

$$r_0 = \frac{E}{I} - R$$

$$R_0 = \frac{45}{22,5} - 1,5 = 0,5$$

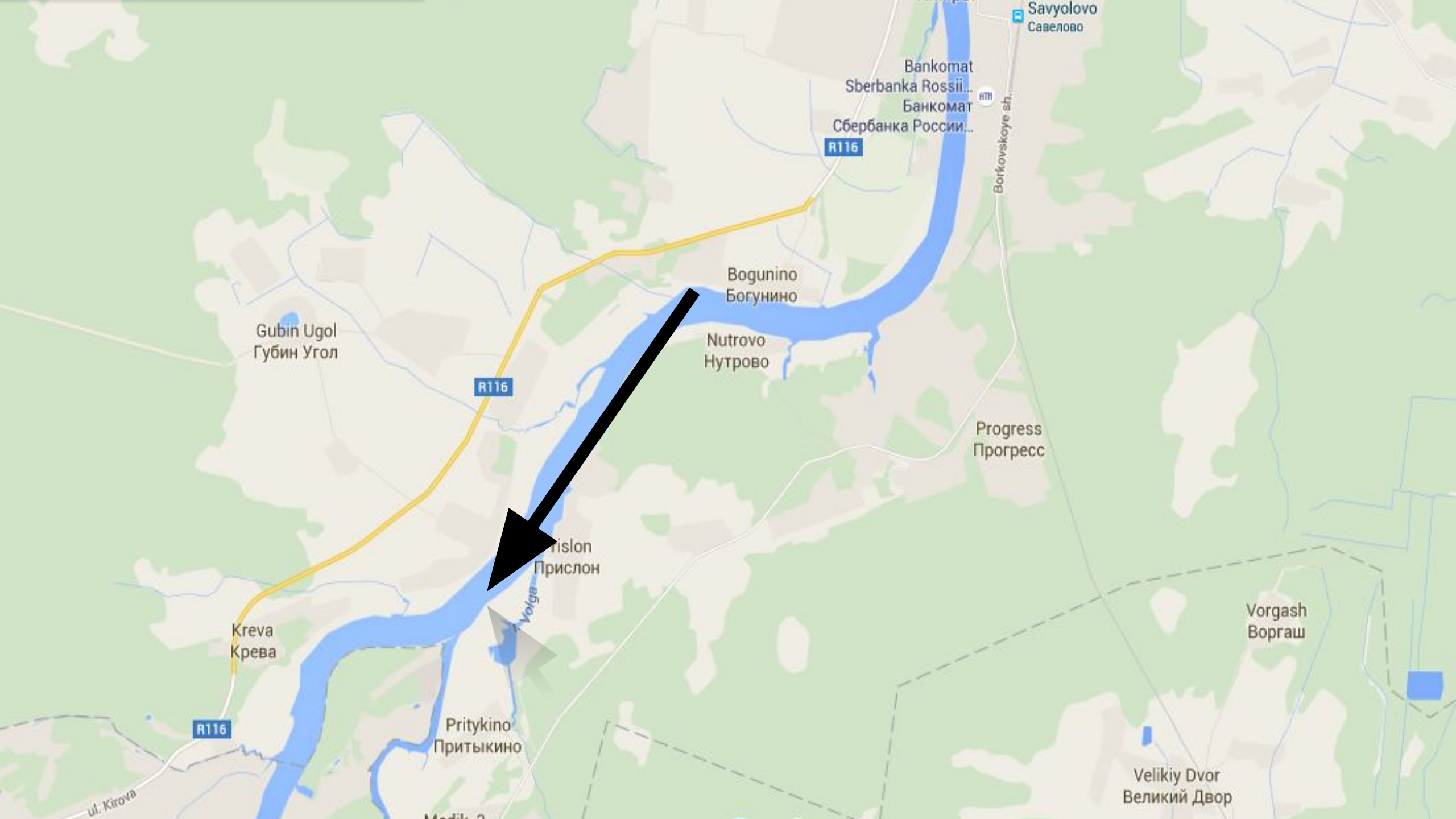


# Последовательное и параллельное соединение элементов цепи

	Последовательное соединение	Параллельное соединение
Схема		
Сила тока		
Напряжение		
Сопротивление		

- Последовательным соединением участка электрической цепи называют соединение, при котором через все участки цепи проходит один и тот же ток.





Savyolovo  
Савелово

Bankomat  
Sberbanka Rossii...  
Банкомат  
Сбербанка России...

R116

Borkovskoye sh.

Bogunino  
Богунино

Nutrovo  
Нутрово

Gubin Ugol  
Губин Угол

R116

Progress  
Прогресс

Prislon  
Прислон

Kreva  
Крева

Volga

Pritykino  
Притыкино

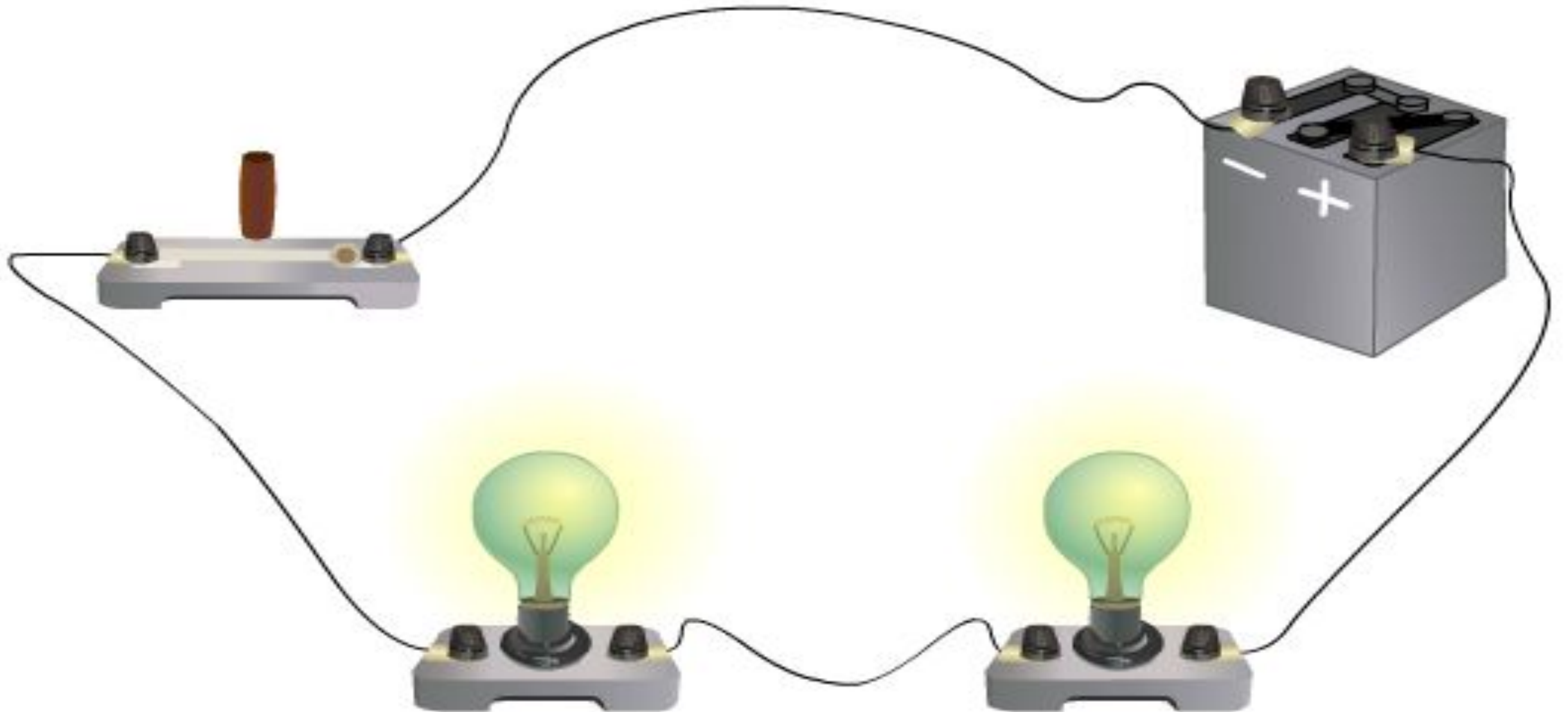
Vorgash  
Воргаш

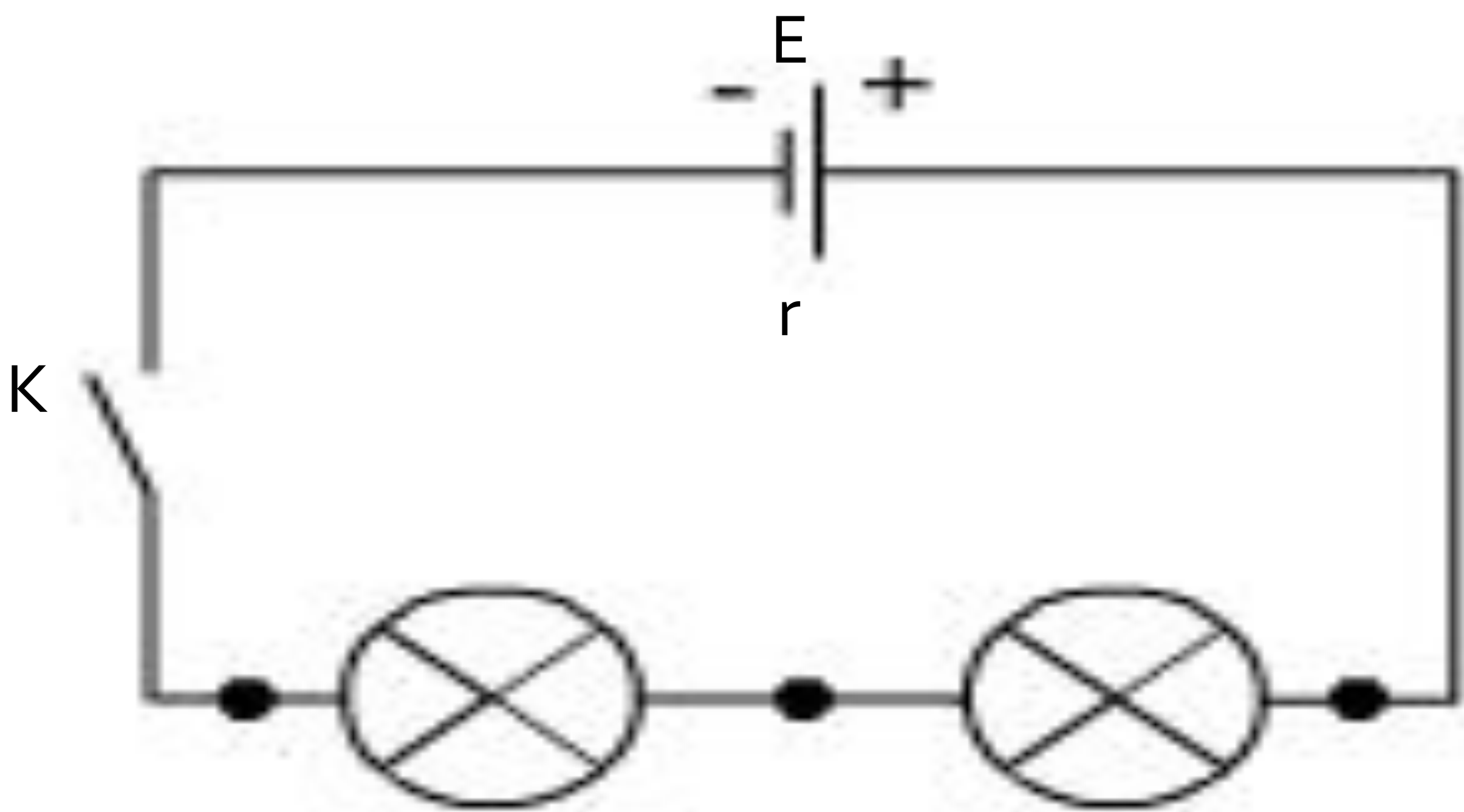
Velikiy Dvor  
Великий Двор

ul. Kirova

Medik 2

# Пример последовательного соединения







Сила тока

$$I = I_1 = I_2$$

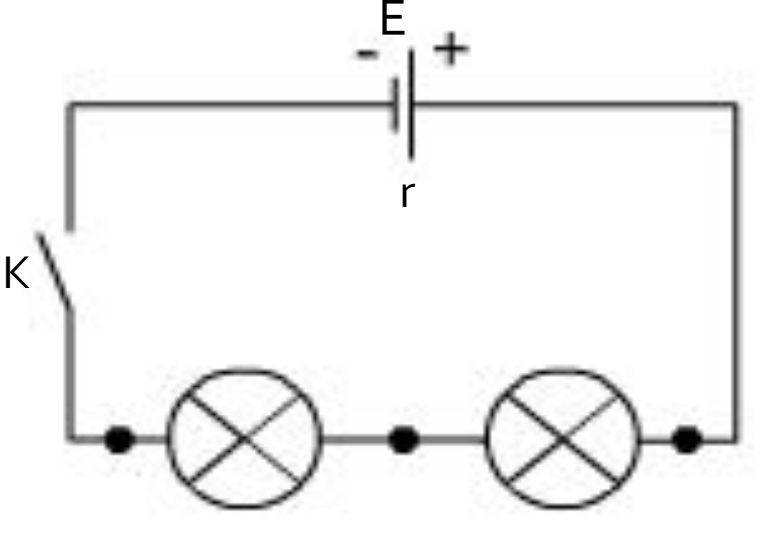
Напряжение в цепи

$$U = U_1 + U_2$$



Сопротивление в цепи

$$R = R_1 + R_2$$

	Последовательное соединение	Параллельное соединение
Схема	 <p>The diagram shows a single closed loop circuit. At the top, there is a power source labeled 'E' with a minus sign (-) on the left and a plus sign (+) on the right. Below the power source, a vertical line is labeled 'r', representing internal resistance. On the left side of the loop, there is an open switch labeled 'К'. At the bottom of the loop, two lamps are connected in series, each represented by a circle with an 'X' inside. The lamps are connected to the main circuit lines by small black dots.</p>	
Сила тока		
Напряжение		
Сопротивление		

- Параллельное соединение участков электрической цепи называют соединением, при котором все участка цепи присоединяются к одной паре узлов, т. е. находятся под действием одного и того же напряжения



ИСТОК

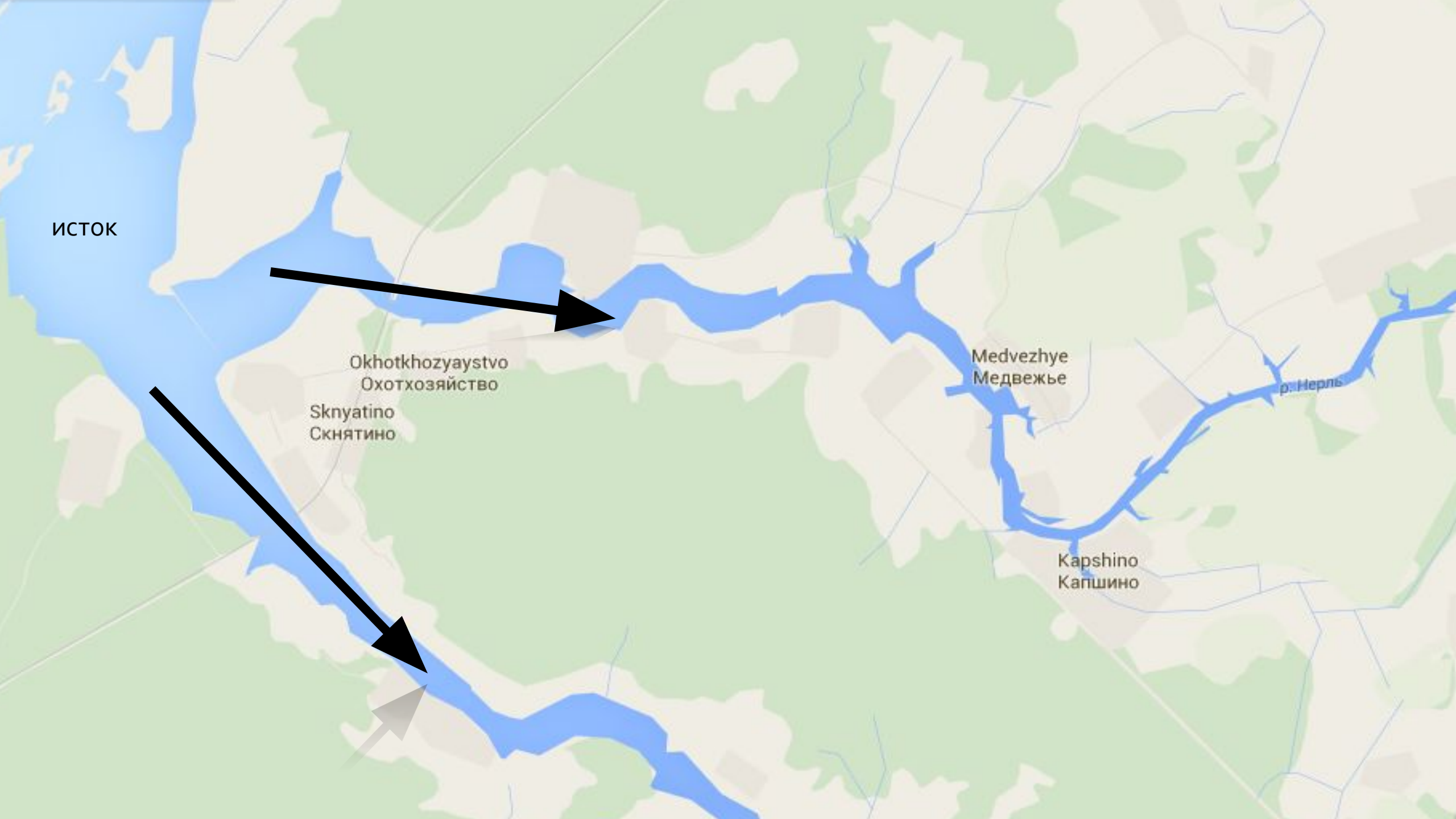
Okhotkhozyaystvo  
Охотхозяйство

Sknyatino  
СКНЯТИНО

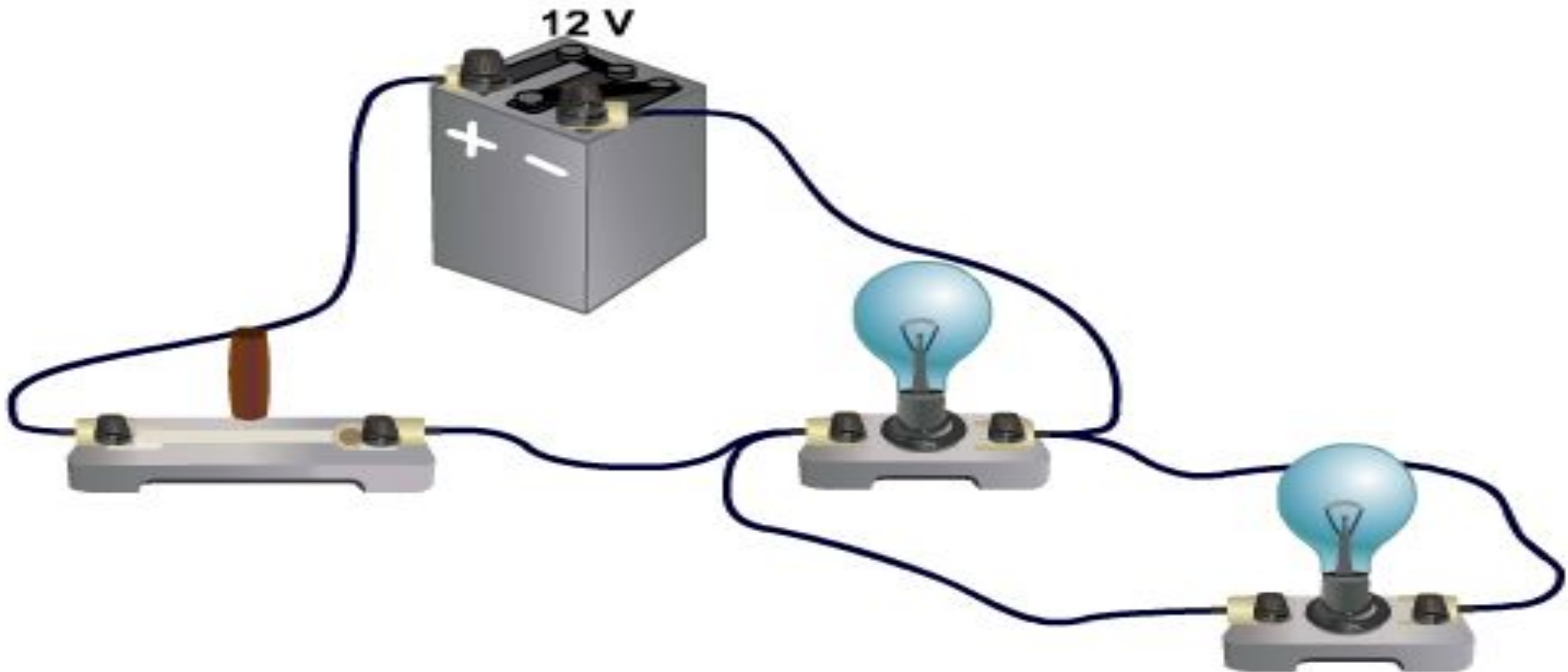
Medvezhye  
Медвежье

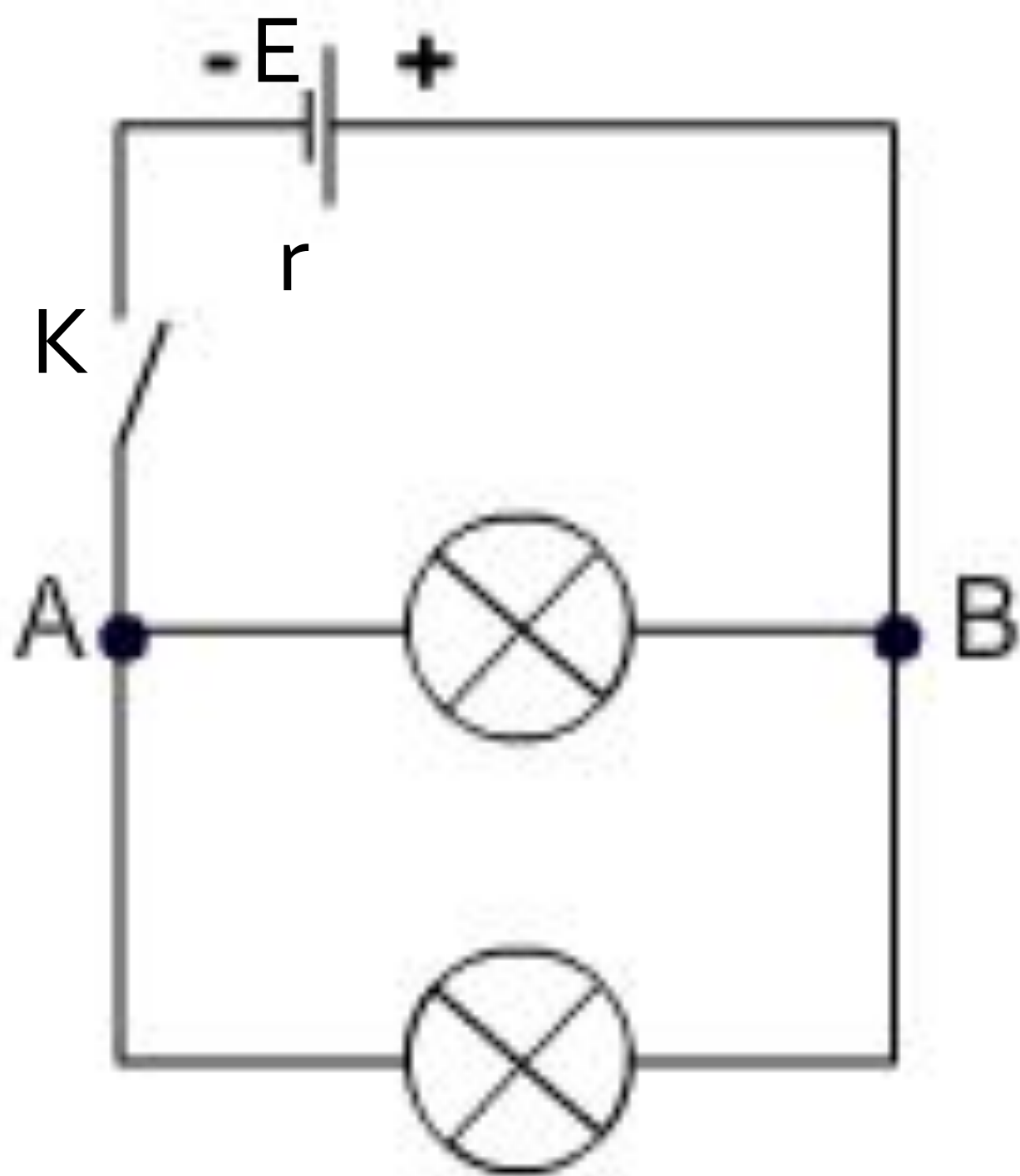
Kapshino  
Капшино

р. Мерль



# Пример параллельного соединения





Сила тока

$$I = I_1 + I_2$$




Напряжение в цепи

$$U = U_1 = U_2$$

## Сопротивление в цепи

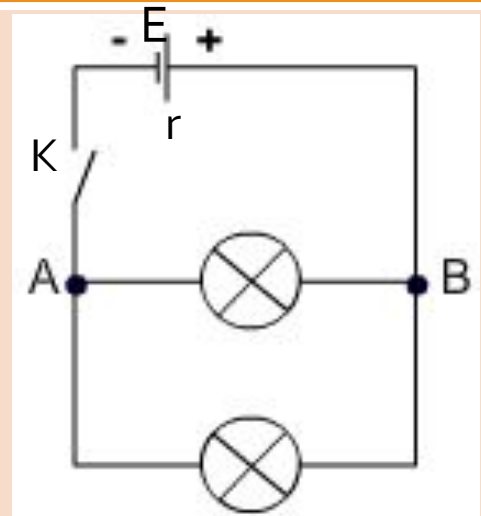
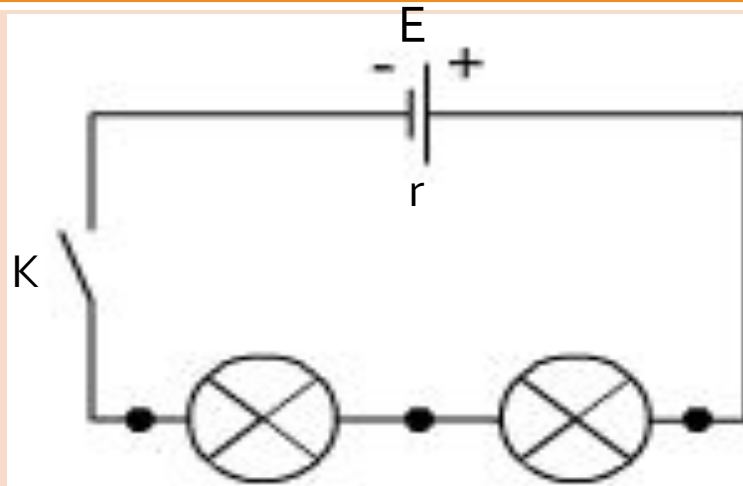
$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$


$$R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

## Последовательное соединение

## Параллельное соединение

Схема



Сила тока

Напряжение

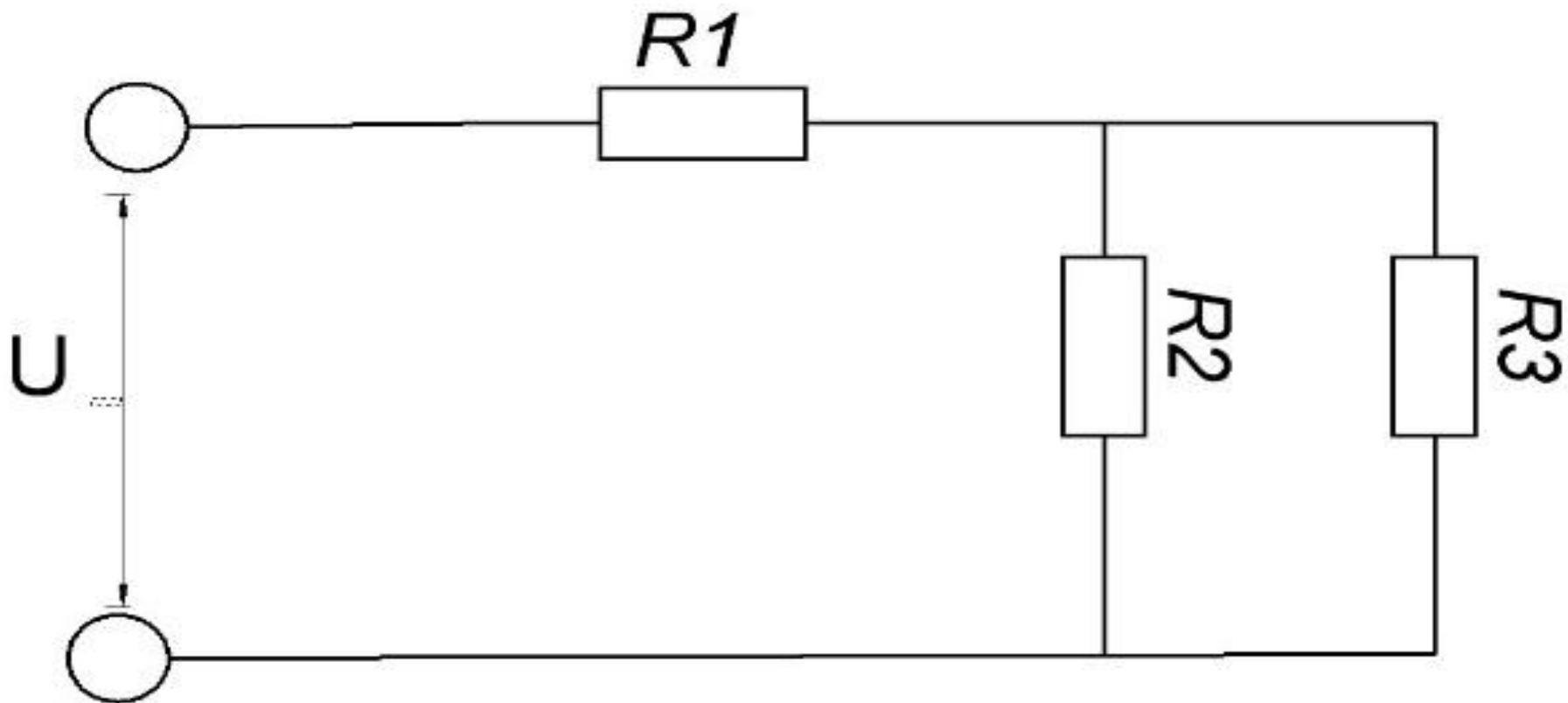
Сопротивление



# Преимущества и недостатки соединений

- Пример последовательного соединения: гирлянда
- Последовательное – защита цепей от перегрузок: при увеличении силы тока выходит из строя предохранитель, и цепь автоматически отключается. При выходе из строя одного из элементов соединения отключаются и остальные.
- Пример параллельного соединения: потребители в жилых помещениях.
- Параллельное – при выходе из строя одного из элементов соединения, остальные действуют. При включении элемента с меньшим возможным напряжением в цепь элемент перегорит.

- Участок цепи состоит из смешанного соединения сопротивлений  $R_1=3\text{Ом}$   $R_2=4\text{Ом}$   $R_3=6\text{Ом}$ . Всю эту цепь подключают к источнику тока, который создает на концах данного соединения напряжение в  $35\text{В}$ . Необходимо определить силу тока во всей электрической цепи.



Дано:

Решение:

$$R_1 = 3 \text{ Ом}$$

$$R_2 = 4 \text{ Ом}$$

$$R_3 = 6 \text{ Ом}$$

$$U = 35 \text{ В}$$

$$R_{2,3} = \frac{R_3 \cdot R_2}{R_3 + R_2}$$

$$R_{2,3} = \frac{6 \cdot 4}{6 + 4} = 2,4$$

I-?

Дано:

Решение:

$$R_1 = 3 \text{ Ом}$$

$$R_2 = 4 \text{ Ом}$$

$$R_3 = 6 \text{ Ом}$$

$$U = 35 \text{ В}$$

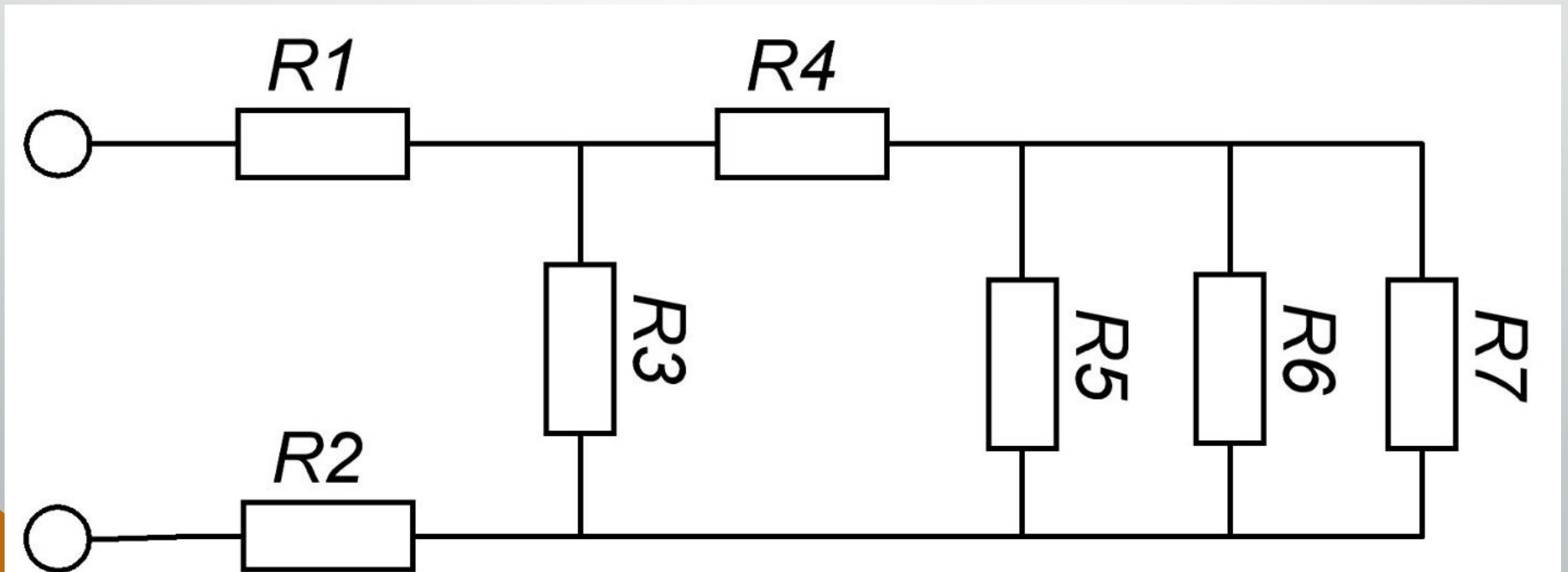
I-?

$$R_{\text{общ}} = R_{1.2,3} = 2,4 + 3 = 5,4$$

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

$$I = \frac{35}{5,4} = 6,5 \text{ .}$$

- Участок цепи состоит из смешанного соединения сопротивлений  $R_1=7,7\text{Ом}$   $R_2=8\text{Ом}$   $R_3=4\text{Ом}$   $R_4=3,5\text{Ом}$   $R_5=9\text{Ом}$   $R_6=15\text{Ом}$   $R_7=11\text{Ом}$ . Необходимо найти общее сопротивление на всей цепи.



Дано:

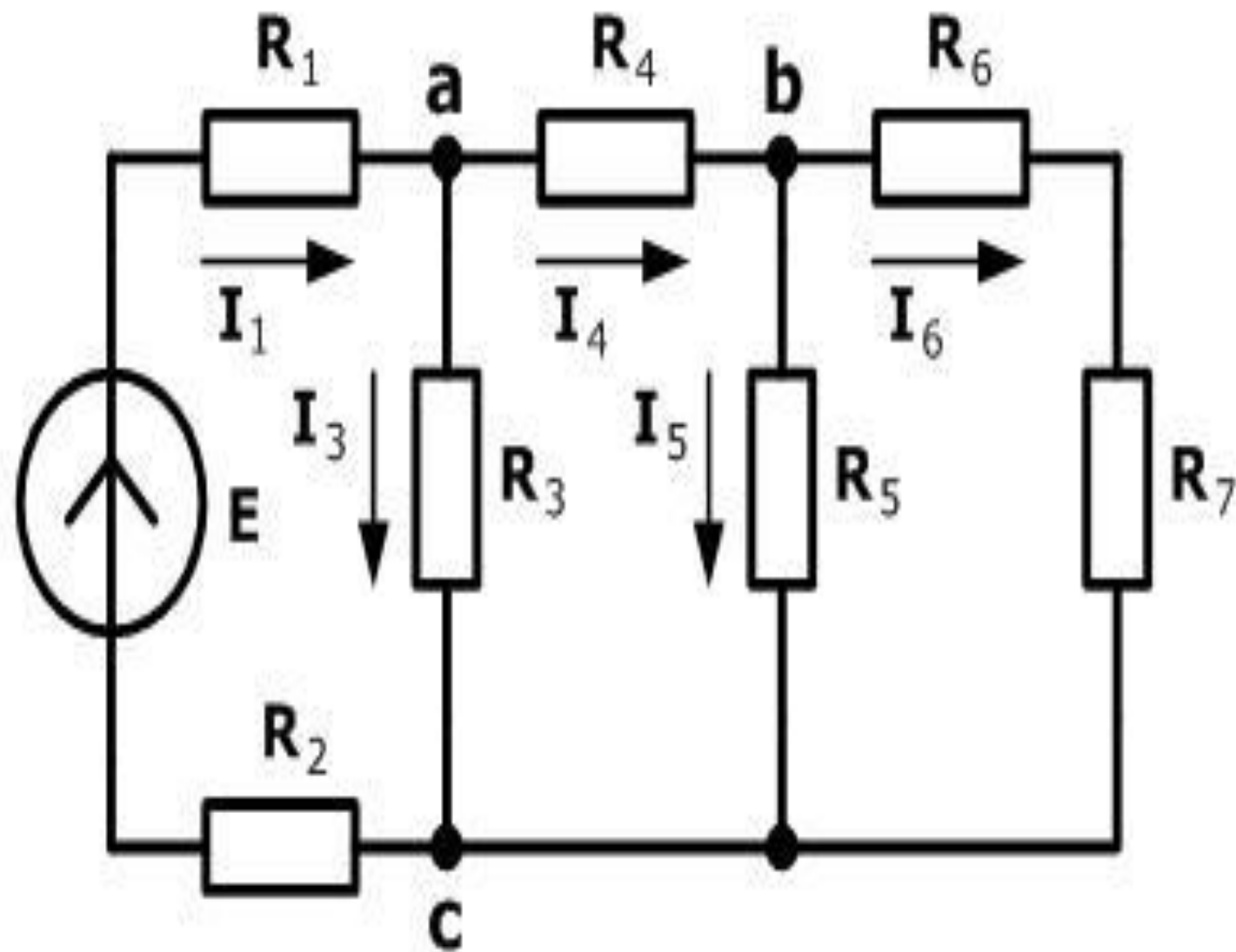
$R_1 = 7,7 \text{ Ом}$   
 $R_2 = 8 \text{ Ом}$   
 $R_3 = 4 \text{ Ом}$   
 $R_4 = 3,5 \text{ Ом}$   
 $R_5 = 9 \text{ Ом}$   
 $R_6 = 15 \text{ Ом}$   
 $R_7 = 11 \text{ Ом}$

R-?

Решение:

$$R_{5-7} = \frac{R_5 \cdot R_6 \cdot R_7}{R_5 + R_6 + R_7}$$
$$R_{5-7} = \frac{11 \cdot 15 \cdot 9}{11 + 15 + 9} = 42,4$$
$$R_{4-7} = 42,4 + 3,5 = 45,9$$
$$R_{3-7} = \frac{45,9 \cdot 4}{45,9 + 4} = 3,7$$
$$R_{\text{общ}} = R_{1-7} = 3,7 + 8 + 7,7 = 19,4$$

Найти токи во всех ветвях схемы для следующей цепи



$$E = 120 \text{ В};$$

$$R_1 = R_2 = 0,5 \text{ Ом}; \quad R_3 = 6 \text{ Ом};$$

$$R_4 = R_6 = 1 \text{ Ом}; \quad R_5 = 6 \text{ Ом};$$

$$R_7 = 2 \text{ Ом}$$

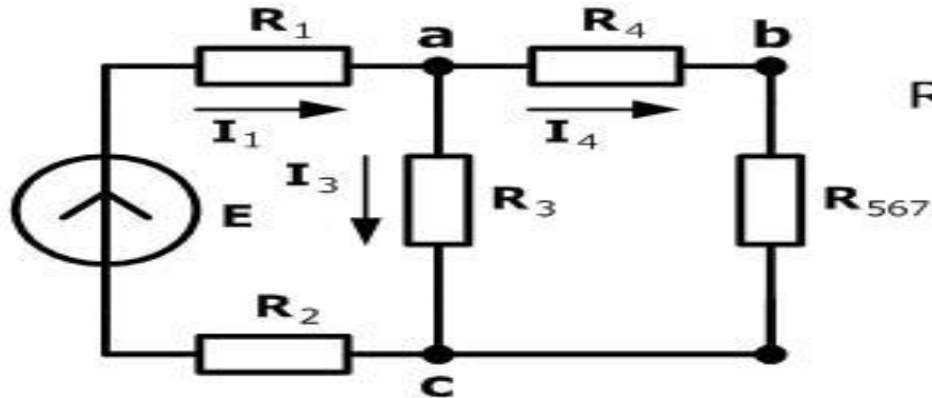
$$I_1, I_3, I_4, I_5, I_6 = ?$$

## Решение

Производим упрощение схемы, заменив сопротивления  $R_6$  и  $R_7$  эквивалентным сопротивлением  $R_{67}$

$$R_{67} = R_6 + R_7 = 1 + 2 = 3 \text{ Ом}$$

Далее упрощаем схему, произведя замену параллельно соединенных  $R_5$  и  $R_{67}$  на эквивалентный резистор  $R_{567}$

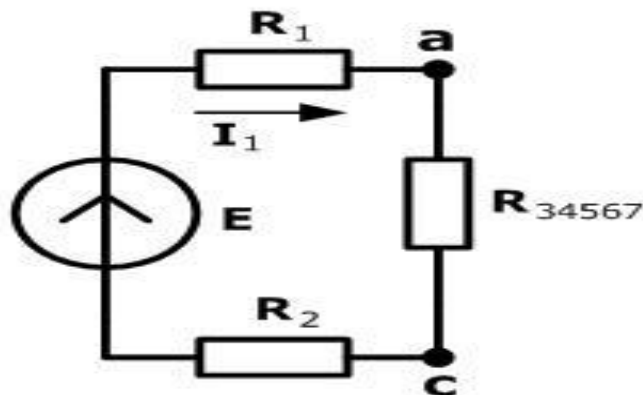


$$R_{567} = R_5 R_{67} / (R_5 + R_{67}) = 6 \times 3 / (6 + 3) = 2 \text{ Ом}$$

Теперь можно последовательно соединенные сопротивления  $R_4$  и  $R_{567}$  заменить эквивалентным сопротивлением  $R_{4567}$

$$R_{4567} = R_4 + R_{567} = 1 + 2 = 3 \text{ Ом}$$

Далее замещаем  $R_3$  и  $R_{4567}$  соединенные параллельно на эквивалентное сопротивление  $R_{34567}$  и переходим к одноконтурной схеме



$$R_{34567} = R_3 R_{4567} / (R_3 + R_{4567}) = 6 \times 3 / (6 + 3) = 2 \text{ Ом}$$



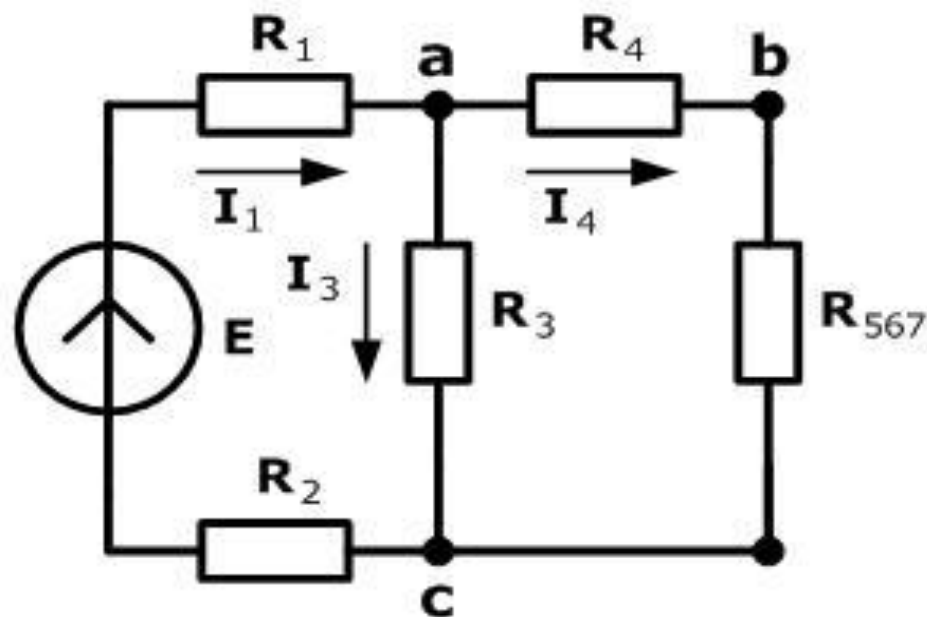
Для полученной одноконтурной схемы применим закон Ома и найдем значение тока  $I_1$

$$I_1 = E / (R_1 + R_{34567} + R_2) = 120 / (0,5 + 2 + 0,5) = 40 \text{ A}$$

Определяем величину напряжения между узлами электрической цепи **а** и **с**

$$U_{ac} = E - I_1 R_1 - I_1 R_2 = 120 - 40 * 0,5 - 40 * 0,5 = 80 \text{ В}$$

Теперь есть возможность определить значения токов  $I_3$  и  $I_4$



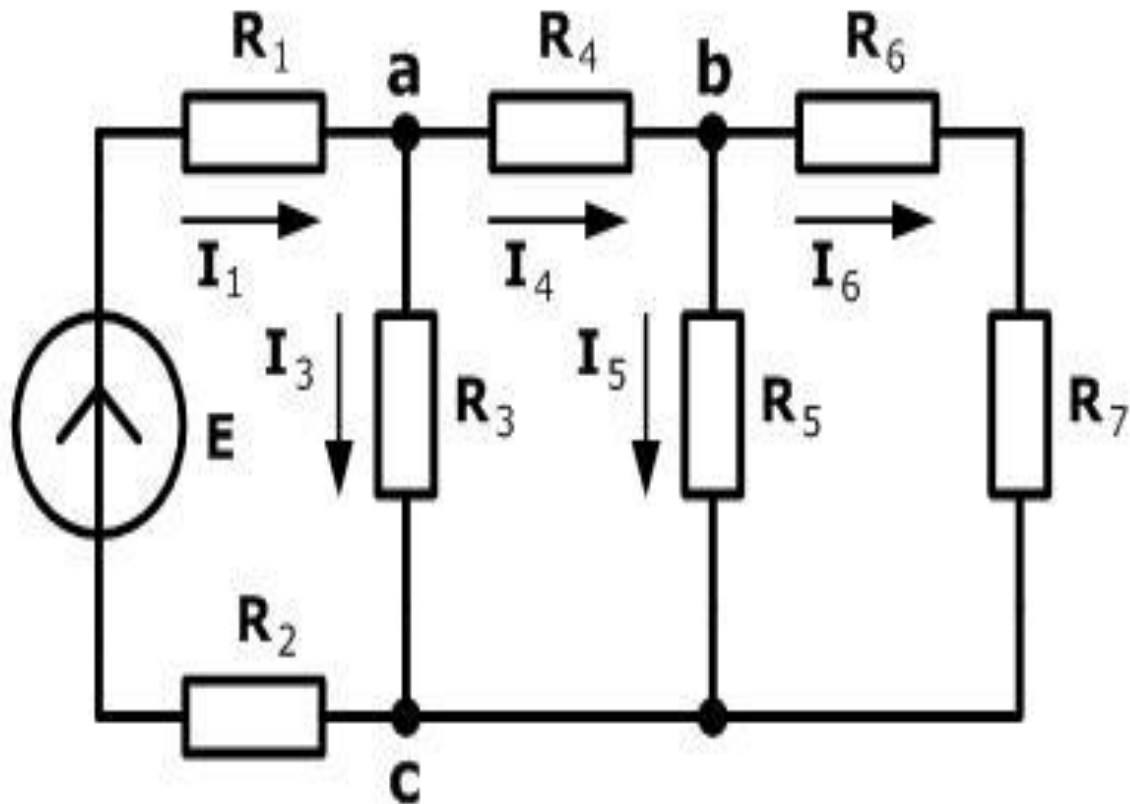
$$I_3 = U_{ac} / R_3 = 80 / 6 = 13,33 \text{ A}$$

$$I_4 = U_{ac} / (R_4 + R_{567}) = 80 / (1 + 2) = 26,67 \text{ A}$$

Для дальнейших расчетов необходимо вычислить значение напряжения между узлами **б** и **с**

$$U_{BC} = U_{AB} - I_4 * R_4 = 80 - 80 * 1 = 53,33 \text{ В}$$

Теперь появилась возможность определить значения двух последних токов:  $I_5$  и  $I_6$



$$I_5 = U_{bc} / R_5 = 53,33 / 6 = 8,89 \text{ A}$$

$$I_6 = U_{bc} / (R_6 + R_7) = 53,33 / (1 + 2) = 17,78 \text{ A}$$

## Домашнее задание

- Каждая пара сидящая за партой составляет составляет схему из 5 резисторов со смешенным соединением резисторов, где  $R_1=5\text{Ом}$ ,  $R_2=4\text{Ом}$ ,  $R_3=7\text{Ом}$ ,  $R_4=8,5\text{Ом}$ ,  $R_5=11\text{Ом}$ . Найти общее сопротивление вашей изображённой схемы в тетради.

## Цель:

- формирование представления о неразветвленной электрической цепи, последовательном и параллельном соединении пассивных элементов.