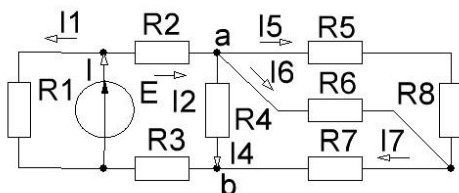


## 16-17 Практическая работа №1. Расчёт электрической цепи постоянного тока методом эквивалентных сопротивлений (пример решения задачи 1 КП)

Дано:  $E=24$  В,  $R_1=8$  Ом,  $R_2=1$  Ом,  
 $R_3=2$  Ом,  $R_4=12$  Ом,  $R_5=1$  Ом,  
 $R_6=6$  Ом,  $R_7=2$  Ом  $R_8=2$  Ом.

1 Обозначим токи.



2 Определим ток  $I_1=E/R_1=24/8=3$  А.

3 Свернём правую часть схемы:

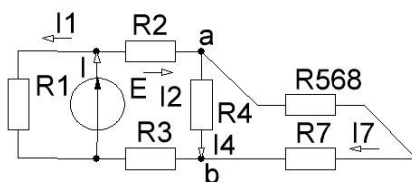
$$R_{58}=R_5+R_8=1+2=3 \text{ Ом.}$$

$$R_{568}=R_{58} \cdot R_6 / (R_{58} + R_6) = 3 \cdot 6 / (3 + 6) = 2 \text{ Ом.}$$

$$R_{5-8}=R_{568} + R_7 = 2 + 2 = 4 \text{ Ом.}$$

$$R_{4-8}=R_{5-8} \cdot R_4 / (R_{5-8} + R_4) = 4 \cdot 12 / (4 + 12) = 3 \text{ Ом.}$$

$$R_{2-8}=R_{4-8} + R_2 + R_3 = 3 + 1 + 2 = 6 \text{ Ом.}$$



4 Определим ток  $I_2=E/R_{2-8}=24/6=4$  А.

Разбросаем ток  $I_2$  между ветвями:

$$I_4=I_2 \cdot R_{5-8} / (R_4 + R_{5-8}) = 4 \cdot 4 / (12 + 4) = 1 \text{ А.}$$

$$I_7=I_2 \cdot R_4 / (R_4 + R_{5-8}) = 4 \cdot 12 / (12 + 4) = 3 \text{ А.}$$

Разбросаем ток  $I_7$  между ветвями:

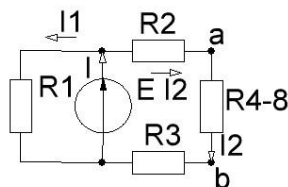
$$I_6=I_7 \cdot R_{58} / (R_6 + R_{58}) = 3 \cdot 3 / (6 + 3) = 1 \text{ А. } I_5=I_7 \cdot R_6 / (R_6 + R_{58}) = 3 \cdot 6 / (6 + 3) = 2 \text{ А.}$$

5 Рассчитаем ток источника  $I=I_1+I_2=3+4=7$  А.

6 Проверяем баланс мощностей. Мощность источника  $E \cdot I = 24 \cdot 7 = 168$  Вт.

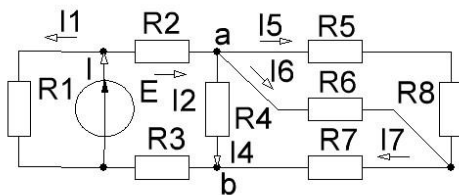
$$\begin{aligned} \text{Мощность потребителей } I_1^2 \cdot R_1 + I_2^2 \cdot R_2 + I_3^2 \cdot R_3 + I_4^2 \cdot R_4 + I_5^2 \cdot R_5 + I_6^2 \cdot R_6 + I_7^2 \cdot R_7 + I_8^2 \cdot R_8 = \\ = 3^2 \cdot 8 + 4^2 \cdot 1 + 4^2 \cdot 2 + 1^2 \cdot 12 + 2^2 \cdot 1 + 1^2 \cdot 6 + 3^2 \cdot 2 + 2^2 \cdot 2 = 72 + 16 + 32 + 12 + 4 + 6 + 18 + 8 = 168 \text{ Вт.} \end{aligned}$$

7 Рассчитаем напряжение между точками **a** и **b**,  $U_{ab}=I_4 \cdot R_4=1 \cdot 12=12$  В.



## Пример решения задачи 1, более подробное решение

Дано:  $E=24$  В,  $R_1=8$  Ом,  $R_2=1$  Ом,  
 $R_3=2$  Ом,  $R_4=12$  Ом,  $R_5=1$  Ом,  
 $R_6=6$  Ом,  $R_7=2$  Ом  $R_8=2$  Ом.



1 Обозначим токи. По резистору

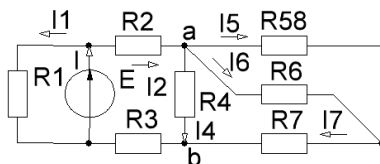
$R_3$  протекает ток  $I_2$ , по резистору  $R_8$  протекает ток  $I_5$ ,

2 Определим ток  $I_1$  по закону Ома:  $I_1 = E/R_1 = 24/8 = 3$  А.

3 Свернём правую часть схемы. Свёртку начинаем с самой дальней части схемы, т. е. с правого верхнего угла. Резисторы  $R_5$  и  $R_8$  соединены последовательно, поэтому их эквивалентное сопротивление  $R_{58}$  равно их сумме

$$R_{58} = R_5 + R_8 = 1 + 2 = 3 \text{ Ом.}$$

Обозначим его на первой промежуточной схеме

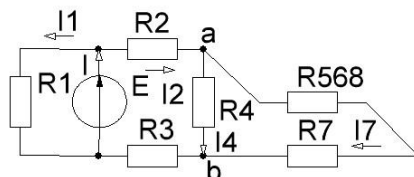


Полученное сопротивление  $R_{58}$  подключено к резистору  $R_6$  параллельно, результирующее сопротивление  $R_{568}$  параллельных ветвей определяем как частное от деления их

произведения на сумму по формуле

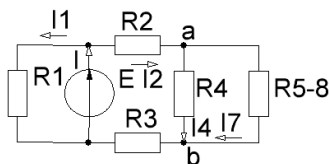
$$R_{568} = R_{58} \cdot R_6 / (R_{58} + R_6) = 3 \cdot 6 / (3 + 6) = 2 \text{ Ом.}$$

Показываем его на второй промежуточной схеме.



Сопротивление  $R_{568}$  и резистор  $R_7$  включены последовательно, они складываются, обозначим  $R_{5-8}$  на третьей промежуточной схеме

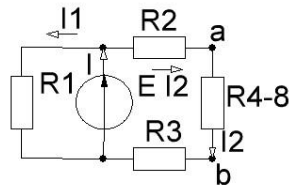
$$R_{5-8} = R_{568} + R_7 = 2 + 2 = 4 \text{ Ом.}$$



Полученный резистор  $R_{5-8}$  подключен к резистору  $R_4$  параллельно, их эквивалентное сопротивление  $R_{4-8}$  определяем по формуле параллельных ветвей

$$R_{4-8} = R_{5-8} \cdot R_4 / (R_{5-8} + R_4) = 4 \cdot 12 / (4 + 12) = 3 \text{ Ом.}$$

Показываем его на четвёртой промежуточной схеме.



Правая часть схемы свернулась до трёх последовательно соединённых резисторов  $R_2$ ,  $R_{4-8}$  и  $R_3$ , её эквивалентное сопротивление  $R_{2-8}$  определяем их сложением

$$R_{2-8} = R_2 + R_{4-8} + R_3 = 1 + 3 + 2 = 6 \text{ Ом.}$$

4 Определим ток  $I_2$  по закону Ома  $I_2 = E / R_{2-8} = 24 / 6 = 4 \text{ А.}$

Разбросаем ток  $I_2$  между двумя параллельными ветвями (вернёмся к третьей промежуточной схеме). Для того, чтобы определить ток искомой ветви, нужно разбрасываемый ток умножить на сопротивление чужой ветви и полученное произведение разделить на сумму сопротивлений обеих ветвей:

$$I_4 = I_2 \cdot R_{5-8} / (R_4 + R_{5-8}) = 4 \cdot 4 / (12 + 4) = 1 \text{ А.}$$

$$I_7 = I_2 \cdot R_4 / (R_4 + R_{5-8}) = 4 \cdot 12 / (12 + 4) = 3 \text{ А.}$$

Разбросаем ток  $I_7$  между ветвями (вернёмся к первой промежуточной схеме):

$$I_6 = I_7 \cdot R_{58} / (R_6 + R_{58}) = 3 \cdot 3 / (6 + 3) = 1 \text{ А.}$$

$$I_5 = I_7 \cdot R_6 / (R_6 + R_{58}) = 3 \cdot 6 / (6 + 3) = 2 \text{ А.}$$

5 Рассчитаем ток источника  $I$  по первому закону Кирхгофа

$$I = I_1 + I_2 = 3 + 4 = 7 \text{ А.}$$

6 Проверяем баланс мощностей.

$$\text{Мощность источника } E \cdot I = 24 \cdot 7 = 168 \text{ Вт.}$$

$$\begin{aligned} & \text{Мощность потребителей } I_1^2 \cdot R_1 + I_2^2 \cdot R_2 + I_3^2 \cdot R_3 + I_4^2 \cdot R_4 + I_5^2 \cdot R_5 + I_6^2 \cdot R_6 + I_7^2 \cdot R_7 + I_8^2 \cdot R_8 = \\ & = 3^2 \cdot 8 + 4^2 \cdot 1 + 4^2 \cdot 2 + 1^2 \cdot 12 + 2^2 \cdot 1 + 1^2 \cdot 6 + 3^2 \cdot 2 + 2^2 \cdot 2 = 72 + 16 + 32 + 12 + 4 + 6 + 18 + 8 = 168 \text{ Вт.} \end{aligned}$$

Баланс сходится.

7 Рассчитаем напряжение между точками **a** и **b** по закону Ома:

$$U_{ab} = I_4 \cdot R_4 = 1 \cdot 12 = 12 \text{ В.}$$