

## Электротехника и электроника - 40

### Задание для обучающихся с применением дистанционных образовательных технологий и электронного обучения

Дата 07.05

Группа Э-19

Учебная дисциплина ОП.02 Электротехника и электроника

Тема занятия Расчет простых электрических цепей

Форма практическая работа

#### Задание:

- Записать название работы, тему и цель работы
- Рассмотреть и записать в конспект приведенный пример
- Решить самостоятельно задачу
- Подготовиться к контрольной работе по теме «Расчет простых электрических цепей»

#### Практическое занятие №9

#### Тема: Расчет простых электрических цепей

**Цель работы:** Научиться рассчитывать электрические цепи постоянного тока.

#### Краткие теоретические сведения

**Последовательным соединением приемников** электроэнергии (рис.1) называется соединение, при котором конец первого приемника соединен с началом второго, конец второго с началом третьего и т. д.

При размыкании цепи у одного из последовательно соединенных потребителей ток исчезает во всей цепи.

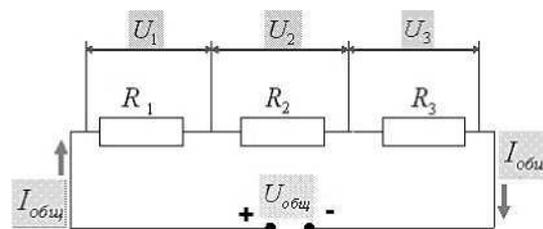
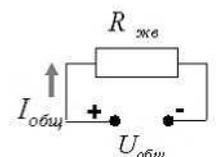


Рисунок 1 – Последовательное соединение приемников электроэнергии



Законы последовательного соединения приемников:

$$I = I_1 = I_2 = I_3$$

- сила тока на всех участках цепи одинаковая

$$U = U_1 + U_2 + U_3$$

- напряжение на зажимах источника равно сумме напряжений на ее отдельных резисторах

$$R_{\text{ЭКВ}} = R_1 + R_2 + R_3$$

- эквивалентное (общее) сопротивление цепи равно сумме сопротивлений ее резисторов

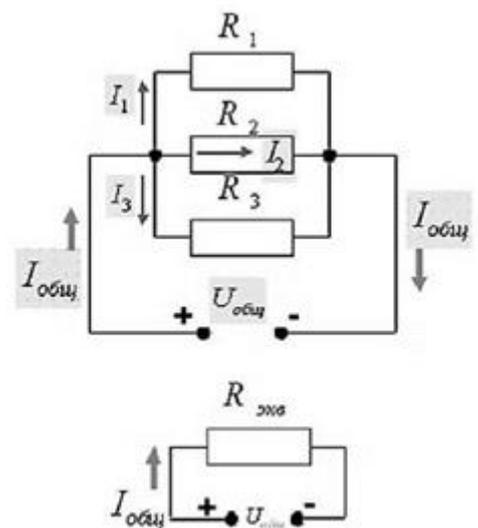
**Параллельным соединением приемников** (рис.2) электрической энергии называется соединение, при котором начала всех ветвей электрической цепи присоединяются к первому узлу, концы этих же ветвей присоединяются ко второму узлу.

**Узел** - точка, в котором сходится более двух проводников.

**Ветвь** - каждый из проводников, расположенный между двумя узлами.

**Разветвление** - все вместе параллельно соединенные проводники

Рисунок 2 – Параллельное соединение приемников электроэнергии



Законы параллельного соединения приемников

$$U = U_1 = U_2 = U_3$$

- напряжение на зажимах источника и напряжения на ее отдельных резисторах одинаково

$$I = I_1 + I_2 + I_3$$

сила тока в неразветвленной части цепи равна сумме токов в разветвлении

$$G_{\text{ЭКВ}} = G_1 + G_2 + G_3$$

- эквивалентная (общая) проводимость цепи равна сумме проводимостей отдельных ветвей, составляющих цепь

$$\frac{1}{R_{\text{ЭКВ}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

$$R_{1,2} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

$$R_{1,2,3} = \frac{R_1 \cdot R_2 \cdot R_3}{R_1 \cdot R_2 + R_1 \cdot R_3 + R_2 \cdot R_3}$$

Так как напряжение между узлами постоянно, то токи в ветвях не зависят друг от друга. Поэтому *при отключении одной из ветвей все остальные ветви будут продолжать работать.*

*Чем больше ветвей в параллельном соединении, тем меньше общее сопротивление всей цепи.*

*При параллельном соединении резисторов их общее сопротивление будет меньше наименьшего из сопротивлений.*

### Пример:

Для схемы, приведенной на рисунке 3 и представляющей смешанное соединение резисторов  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$ ,  $R_4$  и  $R_5$ . Определить ток  $I$ , напряжение  $U$  и мощность  $P$ , потребляемые цепью, а также токи  $I_1$ ,  $I_2$ ,  $I_3$ ,  $I_4$ , напряжения  $U_1$ ,  $U_2$ ,  $U_3$ ,  $U_4$  и  $U_5$  и мощность  $P_1$ ,  $P_2$ ,  $P_3$ ,  $P_4$ ,  $P_5$  на каждом резисторе. Проверьте решение задачи методом баланса мощностей:  $P = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5$ . Данные приведены в таблице 1.

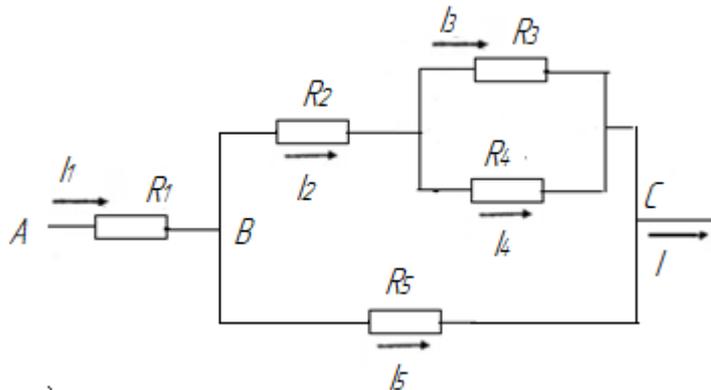


Рисунок 3 - Электрическая схема

Таблица 1- Исходные данные

$I_5$ , А	$R_1$ , Ом	$R_2$ , Ом	$R_3$ , Ом	$R_4$ , Ом	$R_5$ , Ом
3	14	20	50	200	40

Перед решением примера необходимо внимательно прочитать краткие теоретические сведения и только после этого приступить к решению.

*В этом примере индекс тока, протекающего через резистор, индекс напряжения на нем и индекс мощности, потребляемой резистором, соответствуют индексу резистора.* Например, на рисунке 3 резистор  $R_3$  характеризуется током  $I_3$ , напряжением  $U_3$ , мощностью  $P_3$ .

Схема электрической цепи, изображенная на рисунке 3, представляет собой смешанное соединение резисторов (оно состоит из последовательных и параллельных соединений элементов схемы).

### Решение

Известен ток  $I_5$ , поэтому напряжение на резисторе  $R_5$  по закону Ома

$$U_5 = I_5 \cdot R_5 = 3 \cdot 40 = 120 \text{ В}$$

Резисторы  $R_3$  и  $R_4$  соединены параллельно, поэтому их общее сопротивление:

$$R_{3,4} = \frac{R_3 \cdot R_4}{R_3 + R_4} = \frac{50 \cdot 200}{50 + 200} = 40 \text{ Ом}$$

Теперь схема принимает вид, показанный на рисунке 4.

На этой схеме резисторы  $R_2$  и  $R_{34}$  соединены друг с другом последовательно, их общее сопротивление

$$R_{2-4} = R_2 + R_{34} = 20 + 40 = 60 \text{ Ом}$$

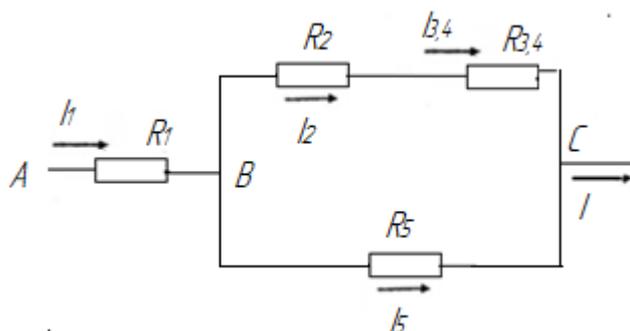


Рисунок 4 – Эквивалентная схема

Теперь схема принимает вид, показанный на рисунке 5.

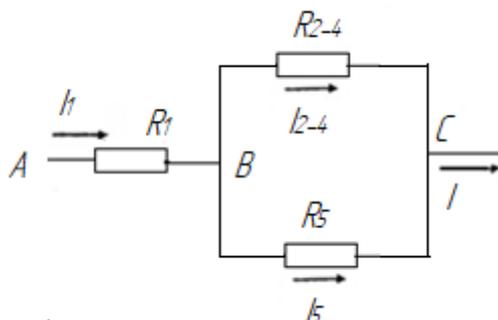


Рисунок 5 – Эквивалентная схема

Резисторы  $R_{2,4}$  и  $R_5$  соединены параллельно, поэтому напряжение по первому свойству параллельного соединения приемников

$$U_{2-4} = U_5 = 120 \text{ В}$$

По ходу решения задачи можно проверять правильность ее решения. Так, по рисунку 5 на основании третьего свойства последовательного соединения следует, что

$$U = U_{AB} + U_{BC} = U_1 + U_{2-4} = 70 + 120 = 190 \text{ В},$$

Тогда, по закону Ома ток

$$I_{2-4} = \frac{U_{2-4}}{R_{2-4}} = \frac{120}{60} = 2 \text{ А}$$

Общий ток, по второму свойству параллельного соединения приемников

$$I = I_1 = I_{2-4} + I_5 = 2 + 3 = 5 \text{ А}$$

Напряжение на  $R_1$  по закону Ома

$$U_1 = I_1 \cdot R_1 = 5 \cdot 14 = 70 \text{ В}$$

На основании третьего свойства последовательного соединения следует, что

$$U = U_{AB} + U_{BC} = U_1 + U_5 = 70 + 120 = 190 \text{ В},$$

Переходя от схемы к схеме в обратном порядке, найдем остальные токи и напряжения.

По рисунку 4 резисторы  $R_2$  и  $R_{3,4}$  включены последовательно. На основании первого свойства этого вида соединения следует, что

$$I_2 = I_{3,4} = I_{2-4} = 2 \text{ А}$$

Применяя закон Ома, находим напряжения на данных элементах цепи:

$$U_2 = I_2 \cdot R_2 = 2 \cdot 20 = 40 \text{ В} \quad U_{3,4} = I_{3,4} \cdot R_{3,4} = 2 \cdot 40 = 80 \text{ В}$$

Проверка: по рисунку 4 на основании третьего свойства последовательного соединения следует, что

$$U = U_{AB} + U_{BC} = U_1 + U_2 + U_{3,4} = 70 + 40 + 80 = 190 \text{ В},$$

Так как схема, изображенная на рисунке 3, представляет параллельное соединение резисторов  $R_3$  и  $R_4$ , то на основании первого свойства этого вида соединения следует, что

$$U_3 = U_4 = U_{3,4} = 80 \text{ В}$$

Используя закон Ома, найдем токи на участках

$$I_3 = \frac{U_3}{R_3} = \frac{80}{50} = 1,6 \text{ А} \quad I_4 = \frac{U_4}{R_4} = \frac{80}{200} = 0,4 \text{ А}$$

Мощность, потребляемая цепью  $P = U \cdot I = 190 \cdot 5 = 950 \text{ Вт}$

Мощности, потребляемые каждым резистором:

$$P_1 = U_1 \cdot I_1 = 70 \cdot 5 = 350 \text{ Вт}$$

$$P_2 = U_2 \cdot I_2 = 40 \cdot 2 = 80 \text{ Вт}$$

$$P_3 = U_3 \cdot I_3 = 80 \cdot 1,6 = 128 \text{ Вт}$$

$$P_4 = U_4 \cdot I_4 = 80 \cdot 0,4 = 32 \text{ Вт}$$

$$P_5 = U_5 \cdot I_5 = 120 \cdot 3 = 360 \text{ Вт}$$

Проверим решение задачи на основании баланса мощностей, а это значит, что:

$$P = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5$$

$$950 = 350 + 80 + 128 + 32 + 360$$

$$950 \text{ Вт} = 950 \text{ Вт}$$

**Вывод:** Определение мощности цепей на основании баланса мощностей подтверждает значение мощности, полученной по формуле  $P = U \cdot I$ . Значит, задача решена правильно.

### Задача для самостоятельного решения

#### Задача

На рисунке 6 приведена схема электрической цепи постоянного тока со смешанным соединением резисторов  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$ ,  $R_4$  и  $R_5$ . Определить ток  $I$ , напряжение  $U$  и мощность  $P$ , потребляемые цепью, а также токи  $I_1$ ,  $I_2$ ,  $I_3$ ,  $I_4$ , напряжения  $U_1$ ,  $U_2$ ,  $U_3$ ,  $U_4$  и  $U_5$  и мощность  $P_1$ ,  $P_2$ ,  $P_3$ ,  $P_4$ ,  $P_5$  на каждом резисторе. Проверьте решение задачи методом баланса мощностей:  $P = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5$ .

Данные приведены в таблице 2.

Таблица 2- Исходные данные

$I_3, A$	$R_1, Ом$	$R_2, Ом$	$R_3, Ом$	$R_4, Ом$	$R_5, Ом$
4	2	3	11	10	15

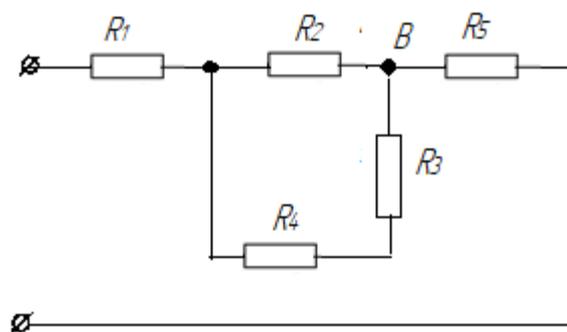


Рисунок 6 - Электрическая схема

**Форма отчета:** отчет по практической работе

**Срок выполнения задания** 08.05

**Получатель отчета:** Код курса jt34w2q