



ДЕПАРТАМЕНТ ОБРАЗОВАНИЯ ГОРОДА МОСКВЫ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ГОРОДА МОСКВЫ  
«КОЛЛЕДЖ СВЯЗИ №54»  
ИМЕНИ П.М. ВОСТРУХИНА

# Тема 1.1 Электрические цепи и ее элементы

Выполнила

Преподаватель: Толпыгин И.В

# Цель курса:

изучение с качественной и количественной стороны установившихся режимов и переходных процессов в электрических цепях; ознакомление с современными инженерными методами анализа и синтеза электрических цепей, которые являются схемами замещения различных физических устройств и приборов.

- \* **Основные задачи в области ТЭЦ:**
- \* Основная задача ТЭЦ – изучение методов анализа и синтеза электрических цепей.
- \* Задача анализа – расчет электрических величин для заданной цепи.
- \* Задача синтеза – создание электрической цепи с заданными свойствами.

## 4.8. Основные задачи теории электрических цепей

- Основных задач три.
- **1) Задача анализа** электрической цепи состоит в отыскании откликов  $y(t)$ , т.е. токов и напряжений на интересующих нас участках цепи по заданной схеме и воздействиям  $x(t)$ . Схематично задача анализа показана на рис. 4.25. Задача анализа имеет единственное решение (она однозначна).
- В общем виде в электротехнике задача анализа состоит в нахождении токов во всех ветвях схемы.

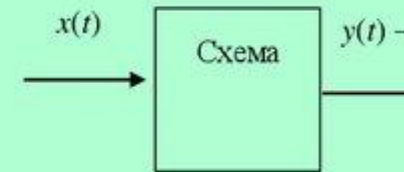


Рис. 4.25

- **2) Задача синтеза** электрической цепи состоит в отыскании схемы цепи (структуры цепи) и параметров ее элементов по заданным откликам и воздействиям. Схематично задача синтеза показана на рис. 4.26.
- Задача синтеза сложнее задачи анализа и обычно она неоднозначна, т.е. можно создать ряд схем с одной и той же функцией цепи.
- Окончательный вариант схемы выбирается на основе дополнительных требований к ней. **Рис. 4.26**
- Например:
  - 1) Синтезировать схему при минимальной стоимости ее деталей;
  - 2) Синтезировать пассивную схему, используя только элементы  $R$  и  $C$ .

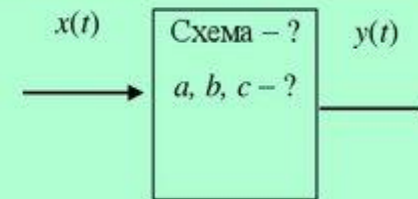


Рис. 4.26

- **3). Обратная задача** состоит в отыскании воздействия, когда известен сигнал на выходе цепи и схема электрической цепи.
- Схематично задача синтеза показана на рис. 4.27.

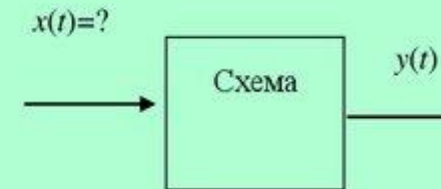


Рис. 4.27

# Изучаемые вопросы:

- \* **Электрические цепи и ее элементы: резистор, конденсатор, катушка индуктивности. Классификация электрических цепей.**

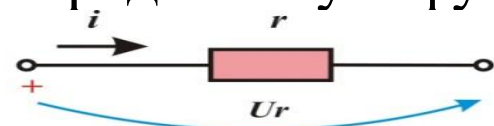
# Цель занятий

- \* -изучить понятия электрических цепей и ее элементы- резистор, конденсатор, катушка индуктивности.
- \* - изучить Классификация электрических цепей.
- \* **Время: 2 часа.**

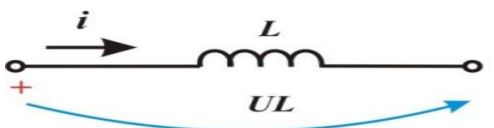
# Классификация электрических цепей.

**Параметрами электрической цепи** называется величина, связывающая ток и напряжение на конкретном участке цепи ( $r$  – сопротивлением,  $L$  – индуктивностью,  $C$  – ёмкостью).

**Элементами электрической цепи** называют отдельные устройства входящие в электрическую цепь и выполняющие в ней определённую функцию.



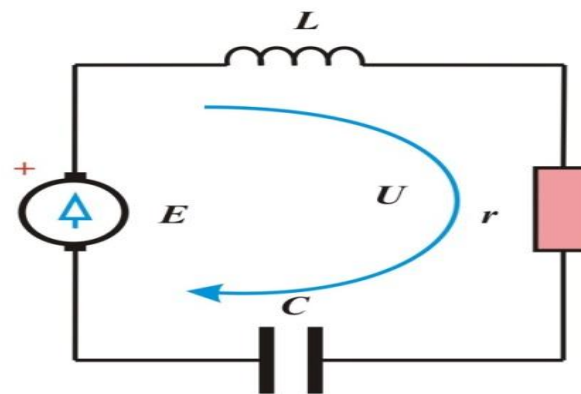
*а)  $r$  - элемент резистора сопротивления*



*б)  $L$  - элемент катушки индуктивности*

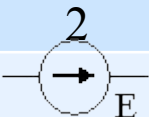
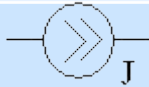
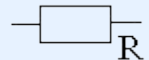

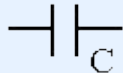


*в)  $C$  - элемент ёмкости конденсатора*



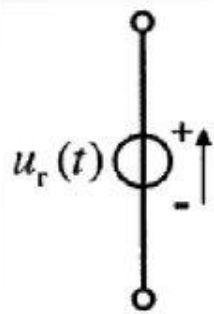
*в) простейшая электрическая схема цепи состоящая из четырёх элементов:  $E$  - источника электрической энергии (ЭДС);  $r$  - сопротивления (резистора);  $L$  - индуктивности (катушки) и  $C$  - ёмкости (конденсатора)*

# Графические изображения элементов и их основные параметры

Элемент	Графическое изображение	Параметр	Ед. измерения	Дополнительные ед. измерения
1	2	3	4	5
Источник ЭДС		ЭДС	Вольт (В)	-
Источник тока		Ток	Ампер (А)	-
Резистивный элемент (резистор)		Сопротивление	Ом (Ом)	1 кОм=10 <sup>3</sup> Ом 1 мОм=10 <sup>6</sup> Ом 1 гОм=10 <sup>9</sup> Ом
Индуктивный элемент (катушка индуктивности)		Индуктивность	Генри (Гн)	1 мГн=10 <sup>-3</sup> Гн 1 мкГн=10 <sup>-6</sup> Гн
Емкостной элемент (конденсатор)		Емкость	Фарада (Ф)	1 мкФ=10 <sup>-6</sup> Ф 1 нФ=10 <sup>-9</sup> Ф 1 пФ=10 <sup>-12</sup> Ф



# Активные элементы электрических цепей



*Источником напряжения* (независимым) называют двухполюсный идеализированный элемент, напряжение на зажимах которого не зависит от свойств цепи являющейся внешней по отношению к нему.



*Источником тока* (независимым) называют двухполюсный идеализированный элемент, электрический ток которого не зависит от напряжения на его зажимах.

*Зависимый источник* представляет собой четырёхполюсный элемент с двумя парами зажимов: входных и выходных; при этом входные токи и напряжения являются управляющими



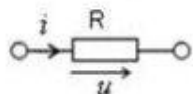
# Классификация элементов электрических цепей

## Идеализированные элементы электрических цепей

### Пассивные элементы

### Активные элементы

#### Сопротивление



1. Эл. хар  $U=f(I)=RI$   
 $I=U/R$

2. Параметр  
 $R=U/I$   
сопротивление-[Ом];

$G=I/U$   
проводимость-[См]

3. Ур элемента

$$u=Ri, \quad i=Gu,$$

4. Мг. мощность

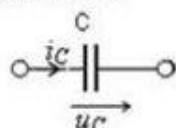
$$p(t)=ui = \frac{u^2}{R} = R^2 i^2 \geq 0$$

5. Реал.эл

Резистор-

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

#### Емкость



1.  $Q=f(U)=CU,$

2.  $C = \frac{q}{U}, C = \frac{dq}{dt}$   
емкость-[Ф]

3.  $i_C = C \frac{dU_C}{dt}$

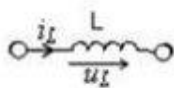
4.  $p(t)=ui = Cu \frac{du}{dt} = \begin{cases} >0 \\ <0 \end{cases}$

$$W_C = \int u i dt = \frac{Cu^2}{2}$$

5. Конденсатор:

$$C = \epsilon \frac{S}{d}$$

#### Индуктивность



$\Psi=f(I)=LI$

2.  $L = \frac{\Psi}{I}, L = \frac{d\Psi}{di}$   
индуктивность-[Гн]

3.  $u_L = \frac{d\Psi}{dt} = L \frac{di}{dt}$

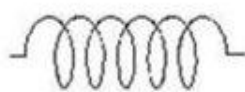
4.  $p(t)=ui = Li \frac{di}{dt} = \begin{cases} >0 \\ <0 \end{cases}$

$$W_L = \int p(t) dt = \frac{Li^2}{2}$$

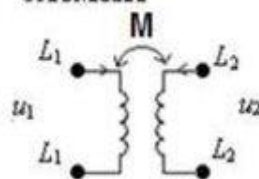
5.

Катушка

Индуктивности:



#### Взаимно-индуктивный элемент



1.  $u_2 = \pm M \frac{di_1}{dt}$

2. М-коэф. взаим

3.  $u_2 = L_2 \frac{di_2}{dt} \pm M \frac{di_1}{dt}$

$u_1 = L_1 \frac{di_1}{dt} \pm M \frac{di_2}{dt}$

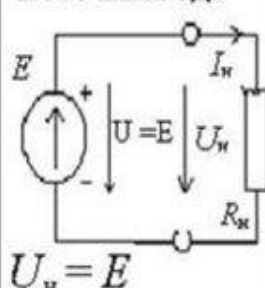
4.  $p_1 = u_1 i_1 = p_2 = u_2 i_2$

$u_2 = n u_1, i_1 = \frac{i_2}{n}$

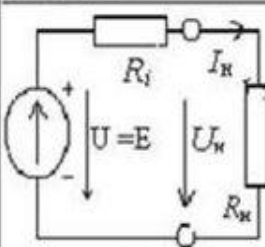
$n = \frac{\omega_2}{\omega_1}$

Трансформатор

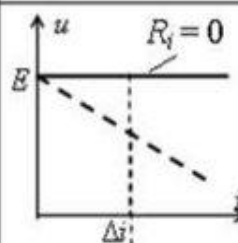
#### Идеальный источник эдс



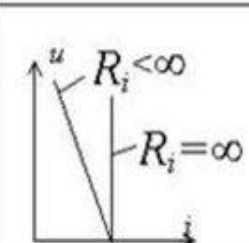
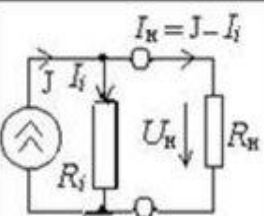
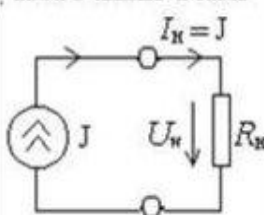
$$U_H = E$$



$$U_H = E - I_H R_i$$



#### Идеальный источник тока



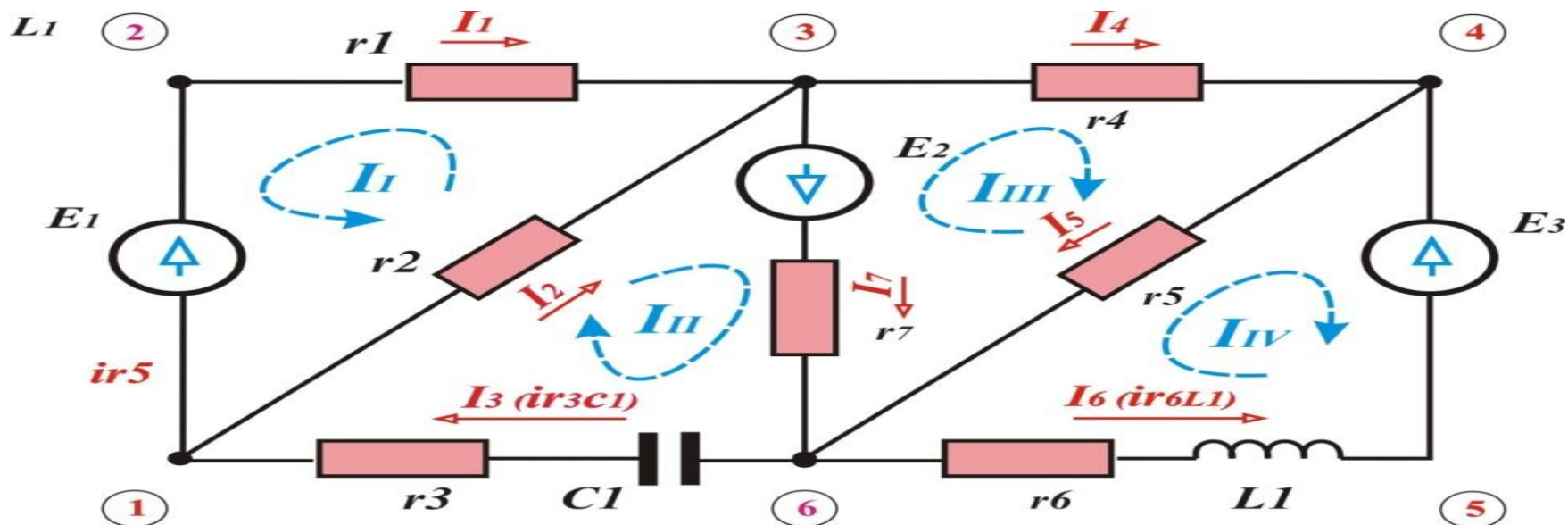
## термины и определения:

**Топология** - это раздел математики, изучающий не количественные соотношения между геометрическими объектами.

**Схема** – основное топологическое понятие теории цепей, это графическое изображение модели цепи, состоящая из ветвей и узлов.

**Ветвь** – участок цепи с неизменным током, находящийся между двумя узлами

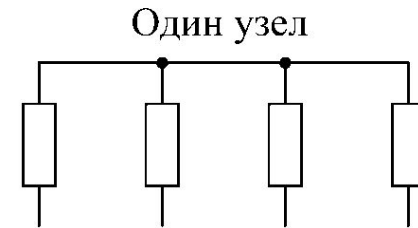
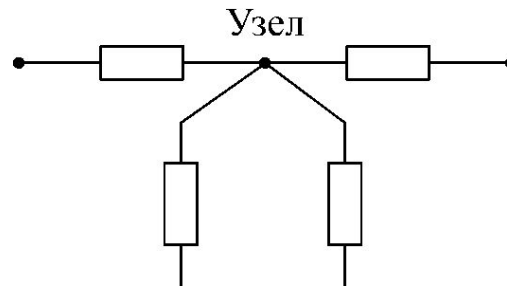
**Узел** – место соединения трёх и более ветвей (формально узлом можно считать место соединения двух ветвей, такой узел называют простым, например разделяющая точка соединения двух последовательных ветвей, для обозначения на схеме).



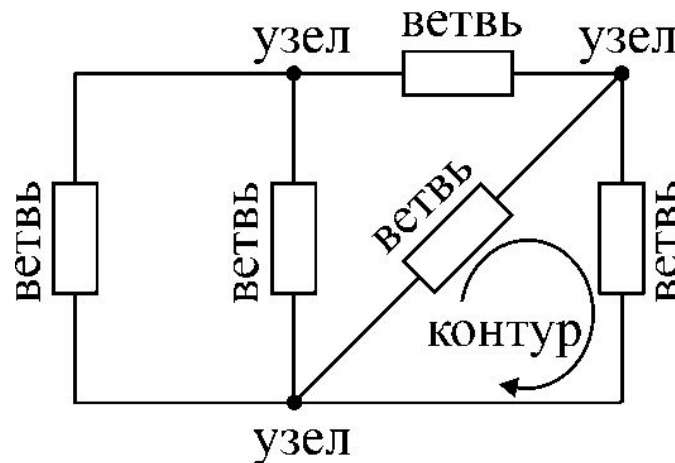
# Топологические элементы схемы: ветви, узлы, контуры.

**Узел** – место соединения трех или большего числа ветвей. Место соединения двух ветвей рассматривается как устранимый узел.

Рис. 12. Изображение узла электрической схемы.



**Ветви** присоединенные к одной паре узлов называются параллельными



По типу соединения элементов электрической цепи существуют следующие электрические цепи:

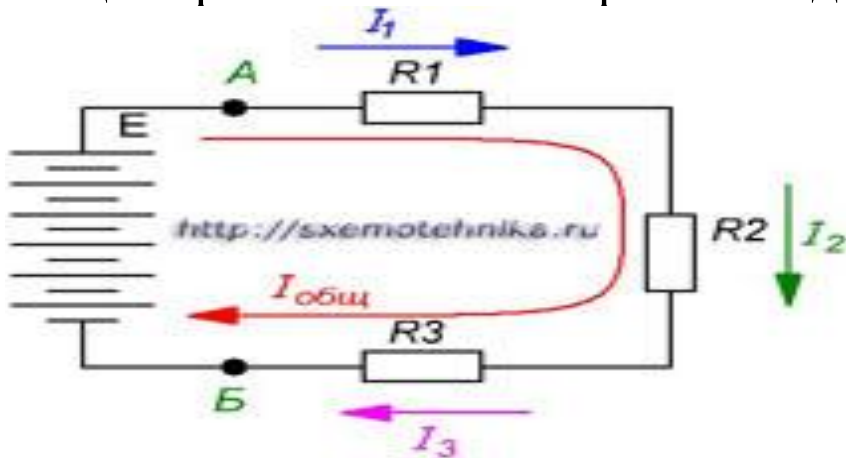
последовательная электрическая цепь;

параллельная электрическая цепь;

последовательно-параллельная электрическая цепь.

### Последовательная электрическая цепь.

В последовательной электрической цепи (рисунок 2.) все элементы цепи последовательно друг с другом, то есть конец первого с началом второго, конец второго с началом первого и т.д.

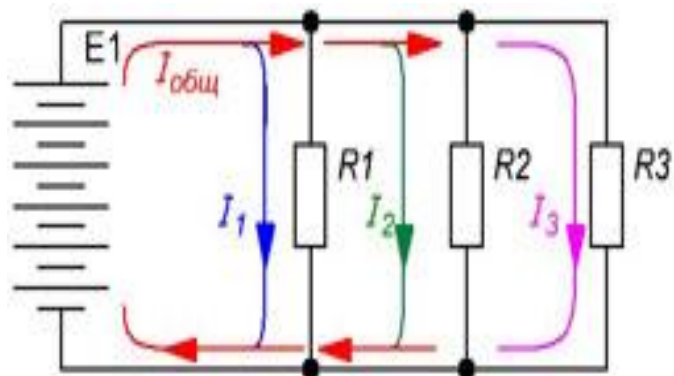


$$I_{общ} = I_1 = I_2 = I_3$$

$$E = U_{a-b} = U_1 + U_2 + U_3$$

## Параллельная электрическая цепь.

В параллельной электрической цепи (рисунок 3.) все элементы соединены таким образом, что их начало соединены в одну общую точку, а концы в другую.



<http://sxemotehnika.ru>

В этом случае у тока имеется несколько путей протекания от источника к нагрузкам, а общий ток цепи  $I_{\text{общ}}$  будет равен сумме токов параллельных ветвей:

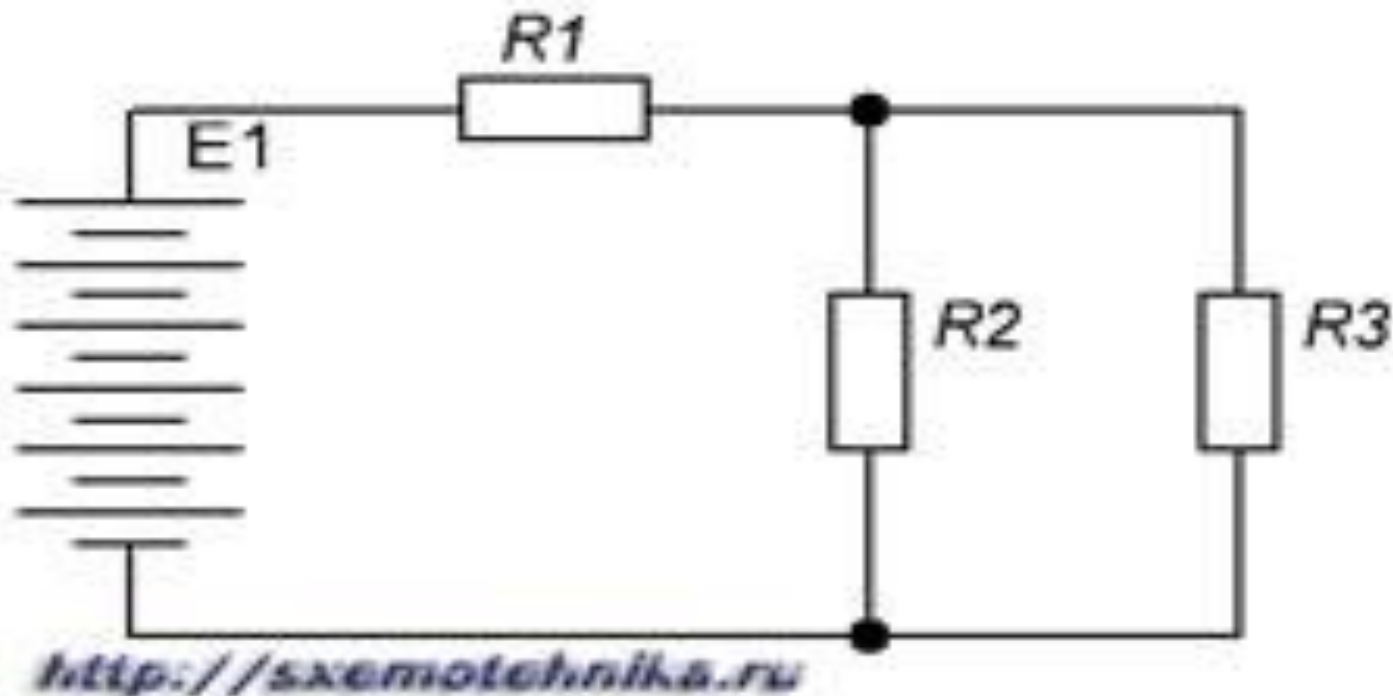
$$I_{\text{общ}} = I_1 + I_2 + I_3$$

Падение напряжения на всех резисторах будет равно приложенному напряжению к участку с параллельным соединением резисторов:

$$E = U_1 = U_2 = U_3$$

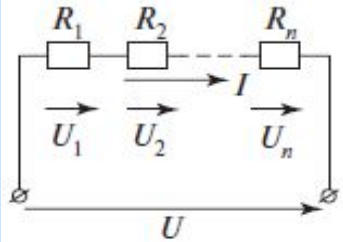
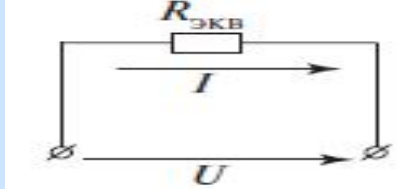
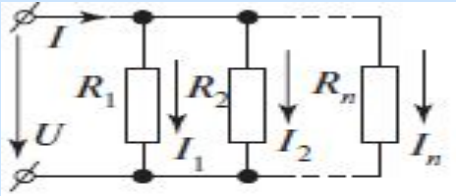
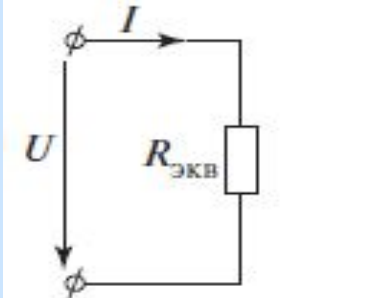
## \* Последовательно-параллельная электрическая цепь.

- \* Последовательно-параллельная электрическая цепь является комбинацией последовательной и параллельной цепи, то есть ее элементы включаются и последовательно и параллельно.





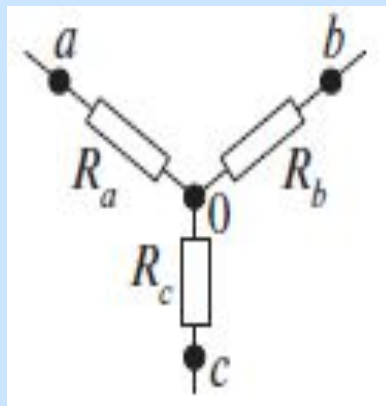
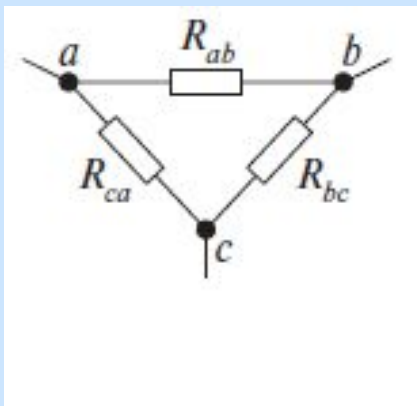
# Преобразования участков электрической цепи

№ п/п	Схема		Основные соотношения
	исходная	эквивалентная	
1	Последовательное соединение элементов		
	 $U = IR_1 + IR_2 + \dots + IR_n$	 $U = R_{\text{ЭКВ}} I$	
2	Параллельное соединение элементов		
	 $I = I_1 + I_2 + \dots + I_n,$ <p>где <math>I_1 = \frac{U_1}{R_1} = U_1 G_1,</math></p> $I_n = \frac{U_n}{R_n} = U_n G_n$	 $I = \frac{U}{R_{\text{ЭКВ}}} = U G_{\text{ЭКВ}}$	

# Преобразования участков электрической цепи

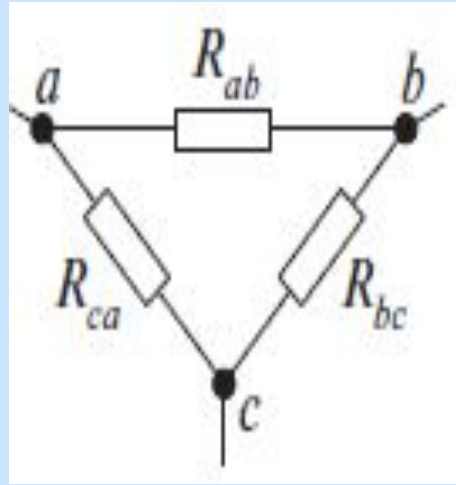
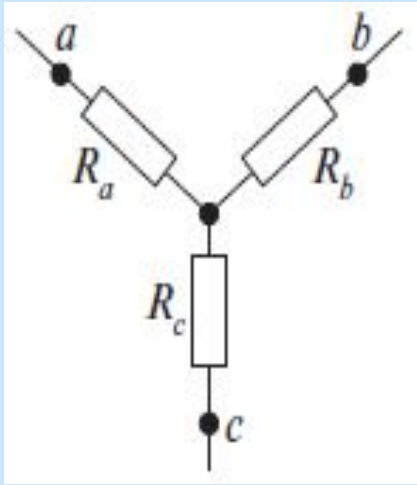
3

Преобразование соединения элементов треугольника в звезду



# Преобразования участков электрической цепи

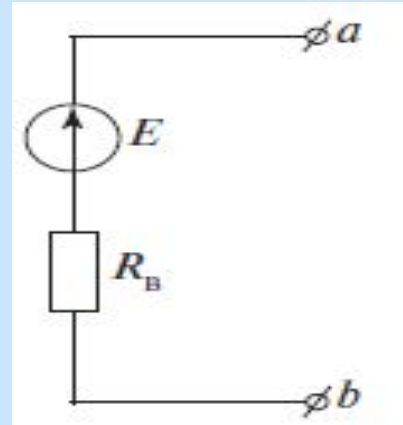
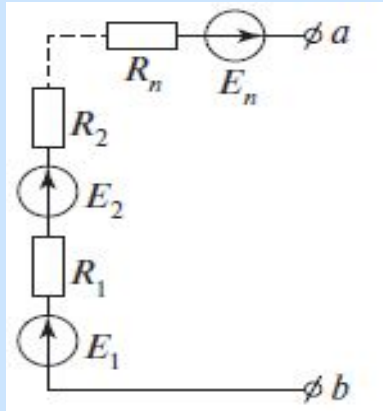
## 4 Преобразование соединения элементов «звезды» в «треугольник»



# Преобразования участков электрической цепи

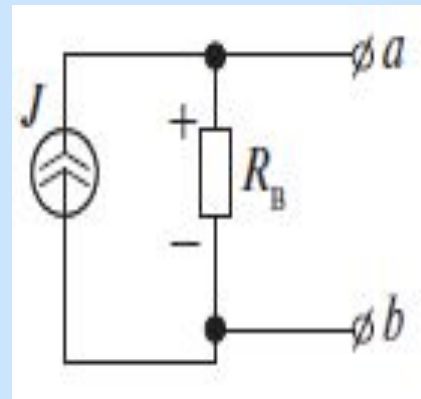
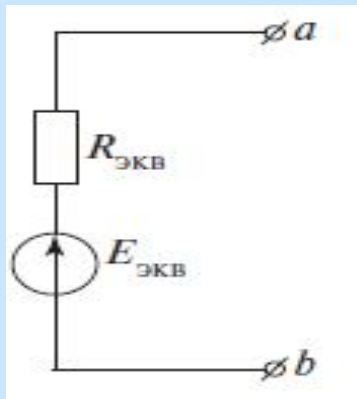
5

Преобразование последовательного соединения источников ЭДС



6

Преобразование источника тока в источник ЭДС

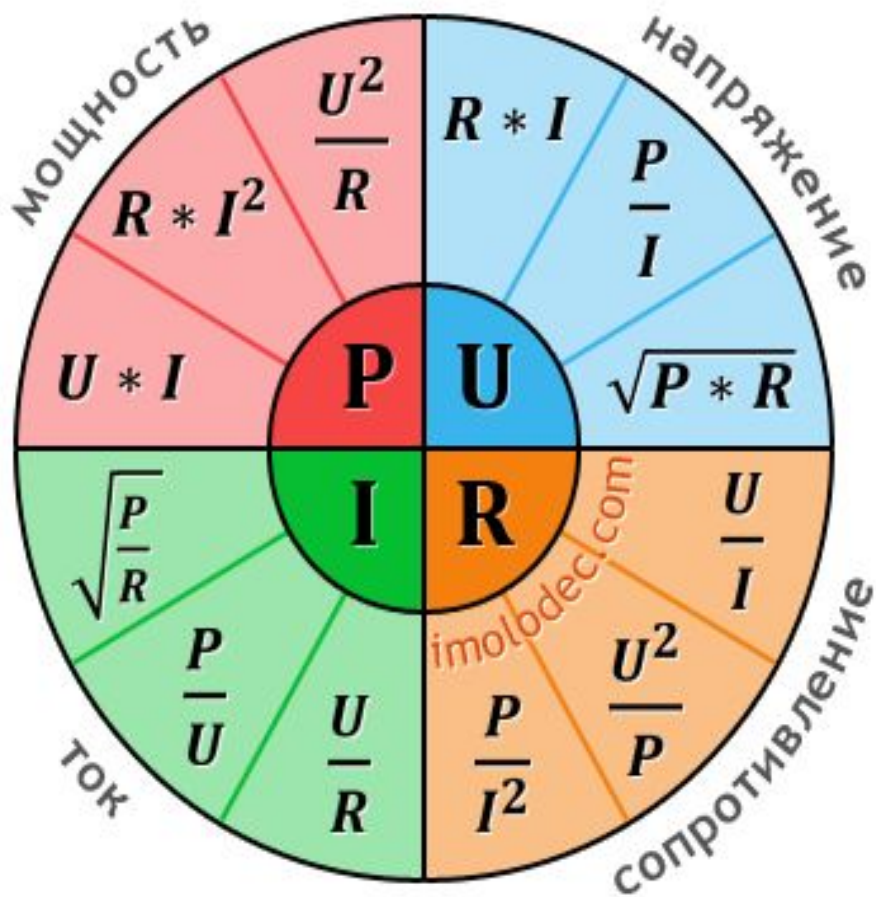


$$E = J R_B$$

# Закрепление изученного материала

- \* 1. Что такое электрическая цепь.
- \* 2. Активные элементы электрических цепей.
- \* 3. Пассивные элементы электрических цепей.
- \* 4. Классификация эл. цепей.
- \* 5. Узел-.
- \* 6. Ветвь-.
- \* 7. Контур-.
- \* 8. Формулы последовательного и параллельного соединения.
- \* 9. Резистор.
- \* 10. Конденсатор.
- \* 11. Катушка индуктивности.

# Домашнее задание



Теория эл.  
цепей

СТР.9-15

Электротехни  
ка

стр.5-42,45-72

В.И.  
Никулин

Л.И.  
Фуфаева

Москва  
РИОР  
ИНФРА-  
М

- М.:  
Академ  
ия,  
2009.-38  
4с.