



# Теоретические ОСНОВЫ электротехники (практика 1)

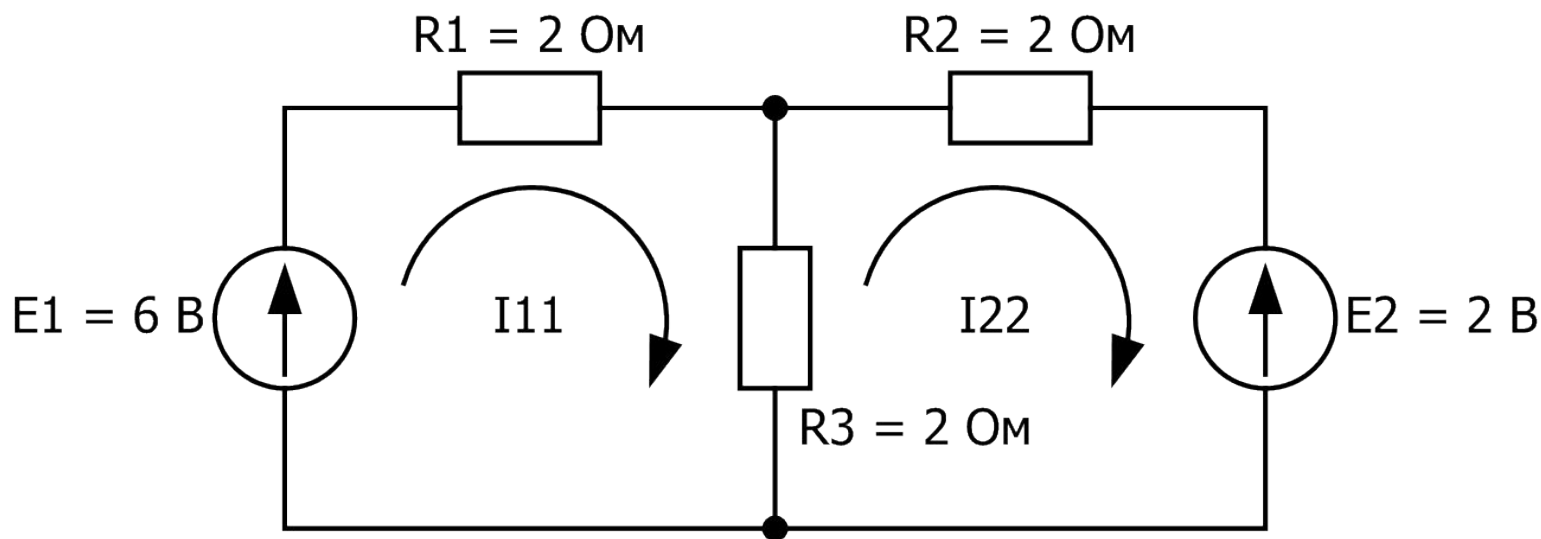
*Корепанов Александр Гаврилович, к.т.н., доцент*



ВЯТСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

# Метод контурных токов

*Дана  
схема:*



*Рассчитать токи через элементы  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$ .*



ВЯТСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

# Метод контурных токов

*В схеме имеется 2 контура.*

*Зададим направление контурных токов  $I_{11}$ ,  $I_{22}$  по часовой стрелке. Составим систему из двух уравнений.*

$$\begin{cases} I_{11} \cdot R_1 + (I_{11} - I_{22}) \cdot R_3 = E_1 \\ I_{22} \cdot R_2 + (I_{22} - I_{11}) \cdot R_3 = -E_2 \end{cases}$$

*Ил*

*и*

$$\begin{cases} I_{11} \cdot (R_1 + R_3) - I_{22} \cdot R_3 = E_1 \\ -I_{11} \cdot R_3 + I_{22} \cdot (R_2 + R_3) = -E_2 \end{cases}$$



ВЯТСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

# Метод контурных токов

*Ил*

*и*

$$\begin{cases} 4I_{11} - 2I_{22} = 6 \\ -2I_{11} + 4I_{22} = -2 \end{cases}$$

*Сокращаем на*

*2*

$$\begin{cases} 2I_{11} - I_{22} = 3 \\ -I_{11} + 2I_{22} = -1 \end{cases}$$

*Находим  $I_{22}$  из первого уравнения*

$$I_{22} = 2I_{11} - 3$$



ВЯТСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

# Метод контурных токов

Подставляем во второе  
уравнение

$$-I_{11} + 2(2I_{11} - 3) = -1$$

Находим  $I_{11}$ .

$$3I_{11} - 6 = -1$$

$$3I_{11} = 5$$

$$I_{11} = \frac{5}{3} \text{ A}$$

Находим  $I_{22}$ .

$$I_{22} = 2 \cdot \frac{5}{3} - 3 = \frac{10}{3} - \frac{9}{3} = \frac{1}{3} \text{ A}$$



ВЯТСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

# Метод контурных токов

Ток  
и

$$I_1 = I_{11} = \frac{5}{3} \text{ A}$$

$$I_2 = I_{22} = \frac{1}{3} \text{ A}$$

$$I_3 = I_{11} - I_{22} = \frac{4}{3} \text{ A}$$

Проверка по закону  
Кирхгофа

$$I_1 = I_2 + I_3; \frac{5}{3} = \frac{1}{3} + \frac{4}{3}$$

Решение  
верно.

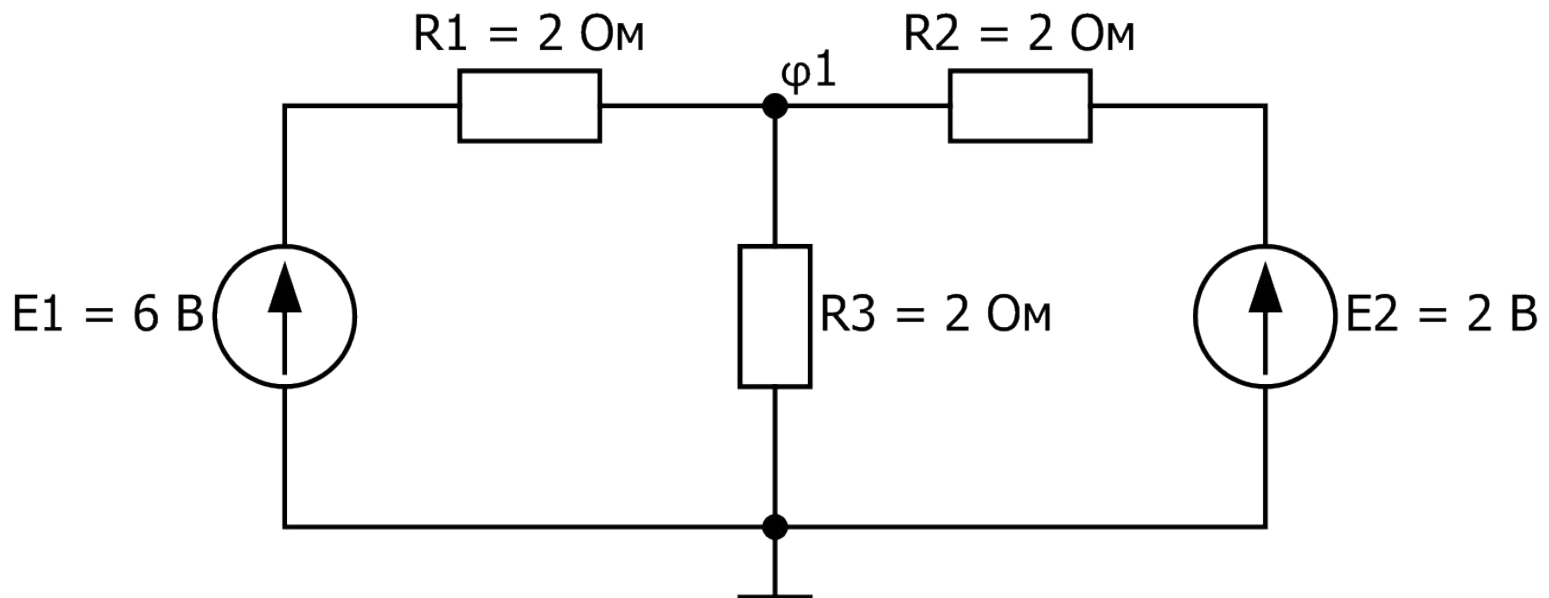


ВЯТСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

# Метод Узловых потенциалов

Схем

а:





ВЯТСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

# Метод Узловых потенциалов

*В ней 2 узла. Нижний заземлим. Определим потенциал  $\varphi_1$  верхнего узла.*

$$\varphi_1 \cdot \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \right) = I_{11} + I_{22}$$

*$I_{11}$  и  $I_{22}$  – узловые токи.*

$$I_{11} = \frac{E_1}{R_1}; \quad I_{22} = \frac{E_2}{R_2}$$





ВЯТСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

# Метод Узловых потенциалов

*Поэтом*

*у*

$$\varphi_1 \cdot \left( \frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \right) = \frac{6}{2} + \frac{2}{2}$$

*ил*

*и*

$$\varphi_1 \cdot \frac{3}{2} = 4; \quad \varphi_1 = \frac{8}{3} \text{ В};$$



ВЯТСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

# Метод Узловых потенциалов

Находим токи через  
резисторы

$$I_3 = \frac{8/3}{2} = \frac{4}{3} \text{ A};$$

$$E_1 = I_1 \cdot R_1 + \varphi_1$$

Отсюда

$$I_1 = \frac{(E_1 - \varphi_1)}{R_1} = \frac{6 - 8/3}{2} = \frac{5}{3} \text{ A}$$

$$I_2 = \frac{(\varphi_1 - E_2)}{R_2} = \frac{4/3 - 2}{2} = \frac{1}{3} \text{ A}$$

Таким образом результаты расчета сходятся с  
методом контурных токов

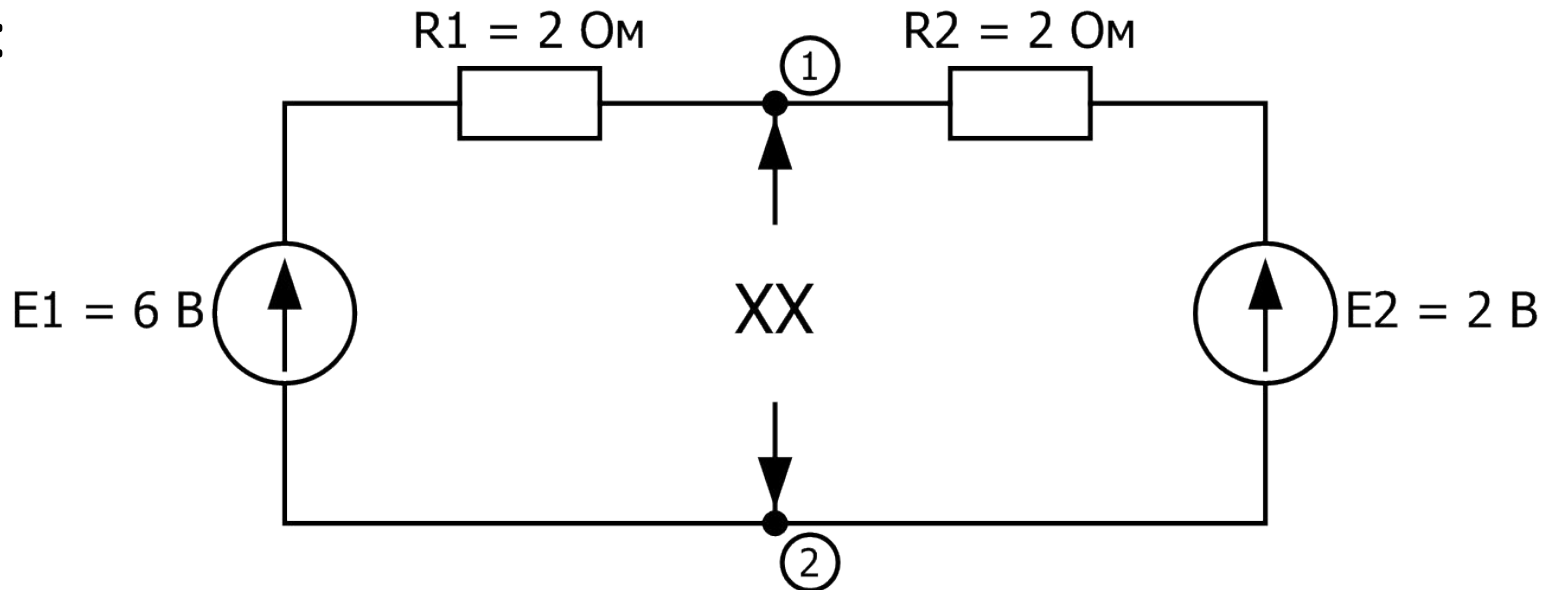


ВЯТСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

# Метод эквивалентного генератора

Схем

а:





ВЯТСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

# Метод эквивалентного генератора

*Определим напряжение холостого хода*

$$U_{12} = I \cdot R_2 + E_2 = 1 \cdot 2 + 2 = 4 \text{ В}$$

*где  $I$  – ток в цепи*



## Метод эквивалентного генератора

*Сопротивление в цепи относительно точек 1 и 2 равно*

$$R_1 \parallel R_2 = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = 1 \text{ Ом}$$

*Поэтом  
у*

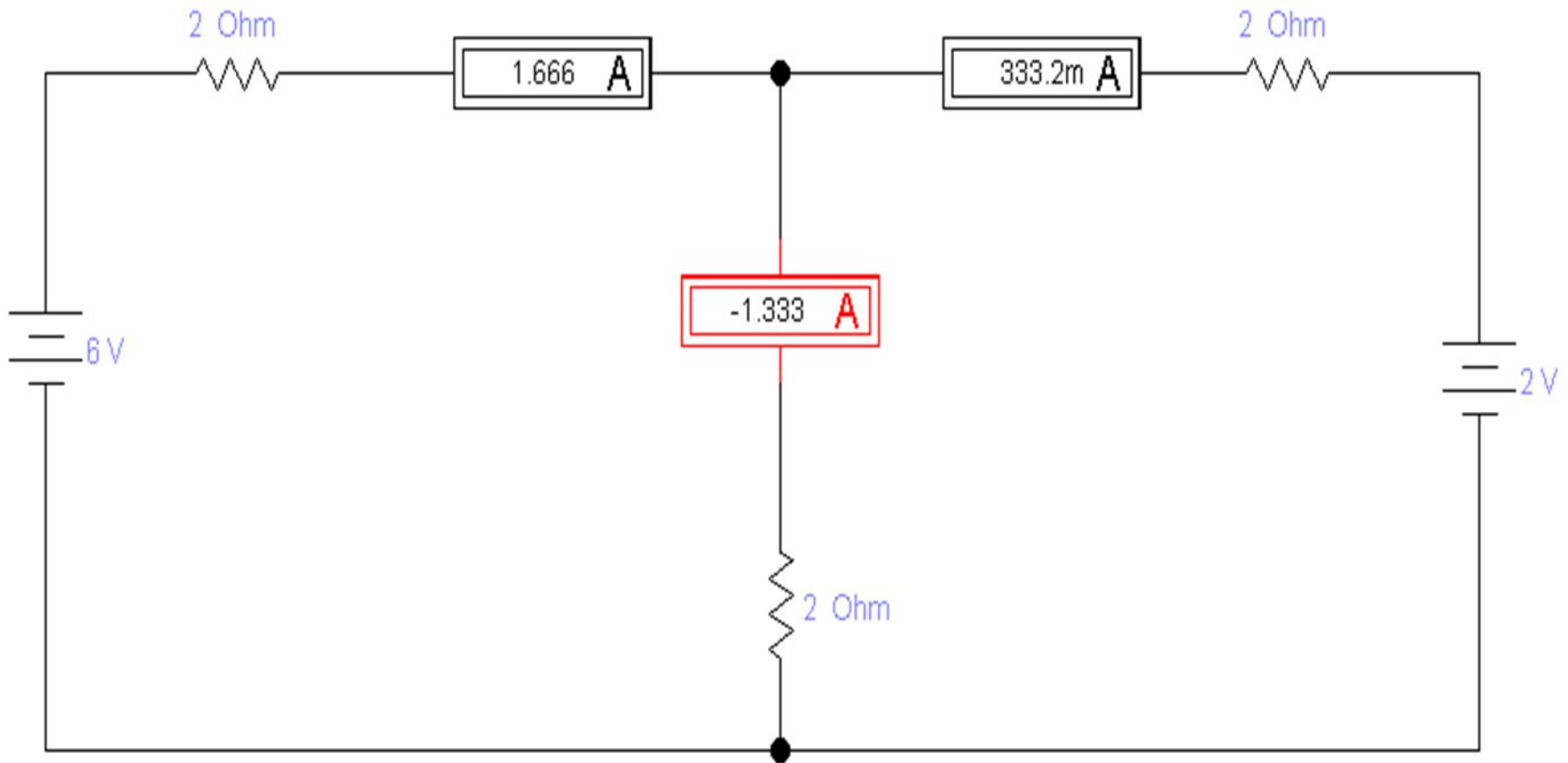
$$I_3 = \frac{U_{12}}{R_{12} + R_3} = \frac{4}{1 + 2} = \frac{4}{3} \text{ А}$$

*Расчет совпадает с предыдущими результатами*



ВЯТСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

# Моделирование схемы в программе EWB





# Выводы

- 1. Различные методы расчета заданной цепи показывают одинаковый результат.**
- 2. Для сложных цепей целесообразно выбирать метод расчета в зависимости от схемы, например, если необходимо определить только один ток, то - метод эквивалентного генератора, если в схеме много параллельных ветвей, то - метод узловых потенциалов.**
- 3. Моделирование цепи в программной среде закрепляет полученные результаты при условии отсутствия ошибок в моделях компонентов.**



ВЯТСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

**Спасибо за внимание!**