



Назарбаев  
Интеллектуальные  
ШКОЛЫ

# Законы Кирхгофа

## Урок 1

# Цель обучения

- **10.4.2.6 - применять законы Кирхгофа к разветвленным электрическим цепям**

# Цели урока

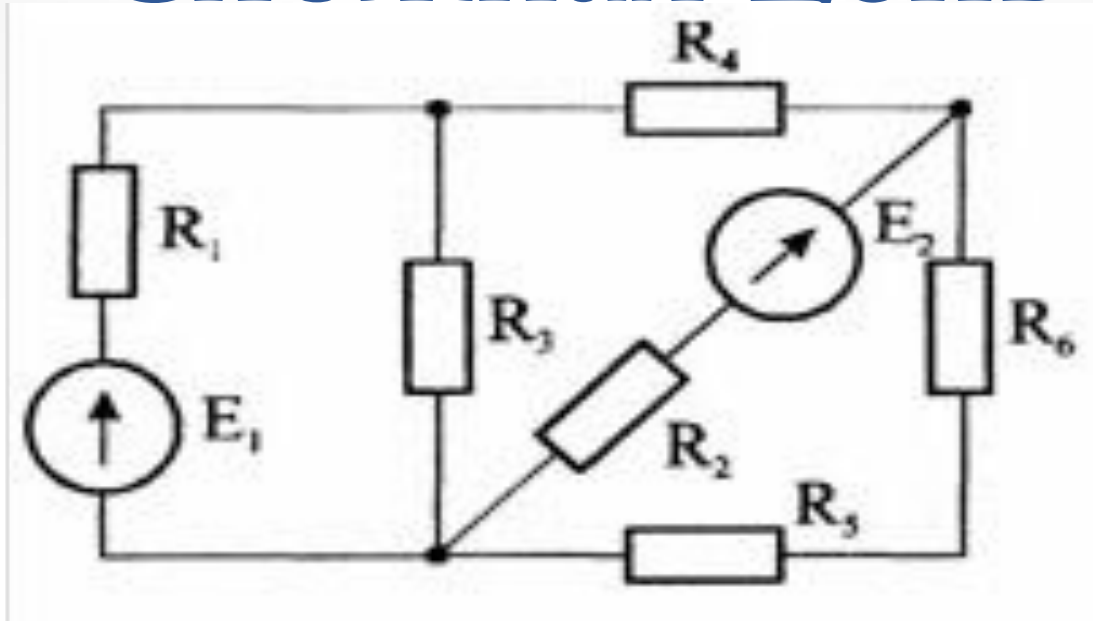
- изучить первый закон Кирхгофа;
- изучить второй закон Кирхгофа;
- изучить универсальный метод расчета сложных цепей.

# Повторение изученного материала

- 1. Что называется электрическим током?
- 2. Что такое сила тока?
- 3. Какова единица измерения силы тока?
- 4. Что такое напряжение?
- 5. Какова единица измерения напряжения?
- 6. Что такое электрическое сопротивление?
- 7. От чего зависит электрическое сопротивление?

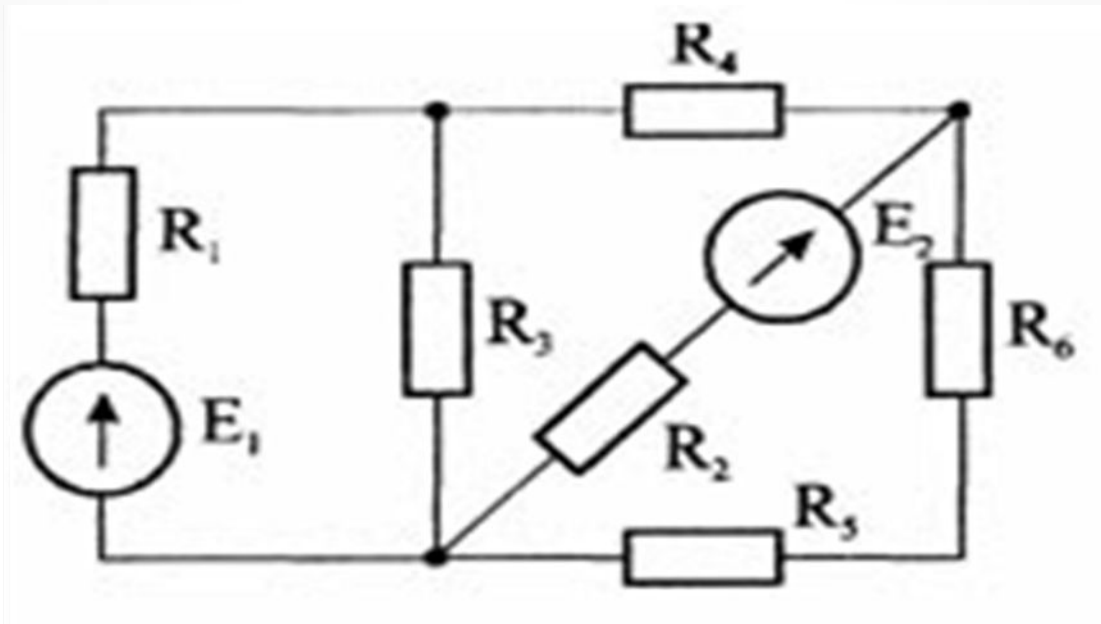
- 8. Сформулируйте закон Ома для участка цепи
- 9. Какая цепь называется полной?
- 10. Что такое ЭДС источника?
- 11. Сформулируем закон Ома для полной цепи.
- 12. Как определить эквивалентное сопротивление при последовательном соединении?

# Сложная цепь



- **Узел** – место соединения 3-х и более проводников.
- **Ветвь** – участок цепи, на котором сила тока постоянна.
- **Контур** – любой замкнутый путь по ветвям.

# Сложная цепь



- 1) Сколько узлов в цепи?
- 2) Обозначьте узлы буквами латинского алфавита и назовите их
- 3) Сколько ветвей в цепи?
- 4) Перечислите независимые контуры.



# Формулировка I закона Кирхгофа

- Алгебраическая сумма токов в каждом узле любой цепи равна нулю. При этом направленный к узлу ток принято считать положительным, а направленный от узла — отрицательным.

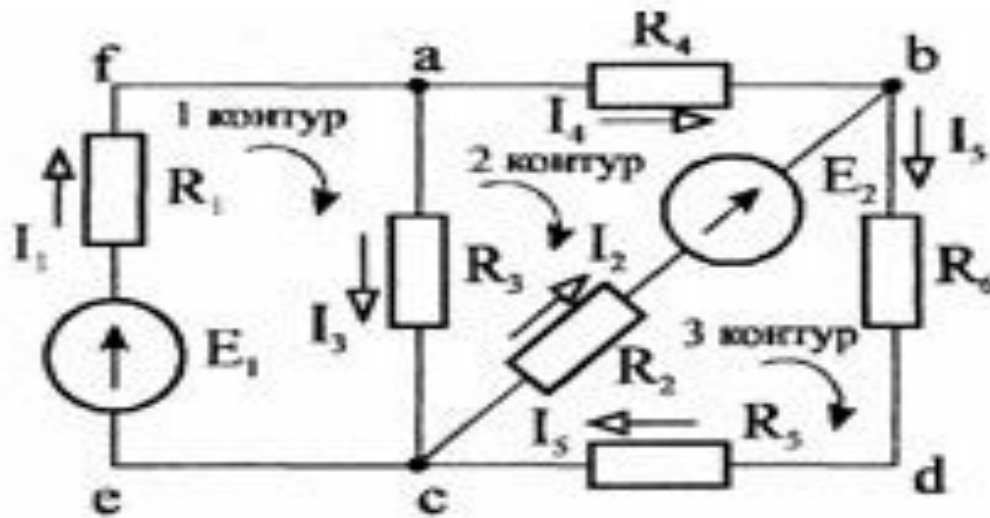
$$\sum_{i=1}^n I_i = 0$$

## Формулировка II закона Кирхгофа

- Алгебраическая сумма падений напряжений на всех ветвях, принадлежащих любому замкнутому контуру цепи, равна алгебраической сумме ЭДС ветвей этого контура.

$$\sum_{i=1}^n U_i = \sum_{i=1}^n E_i$$

# Сложная цепь



для узла a:

$$I_1 - I_3 - I_4 = 0$$

для узла b:

$$I_2 + I_4 - I_5 = 0$$

для контура acef:

$$R_1 I_1 + R_3 I_3 = E_1$$

для контура abc:

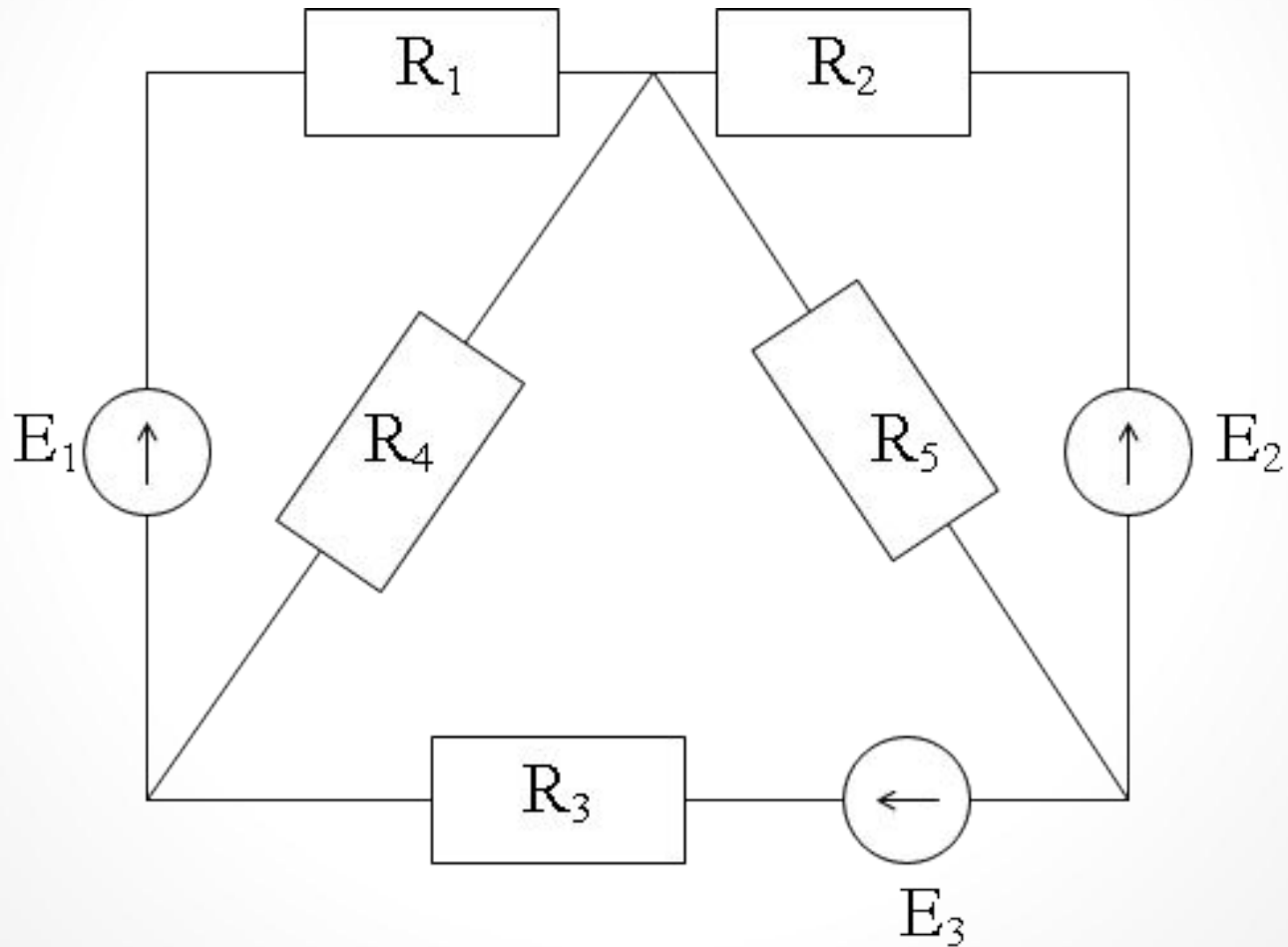
$$-R_2 I_2 - R_3 I_3 + R_4 I_4 = -E_2$$

для контура bdc:

$$R_2 I_2 + R_5 I_5 + R_6 I_5 = E_2$$

# Решение задачи

Определить токи во всех ветвях данной электрической цепи

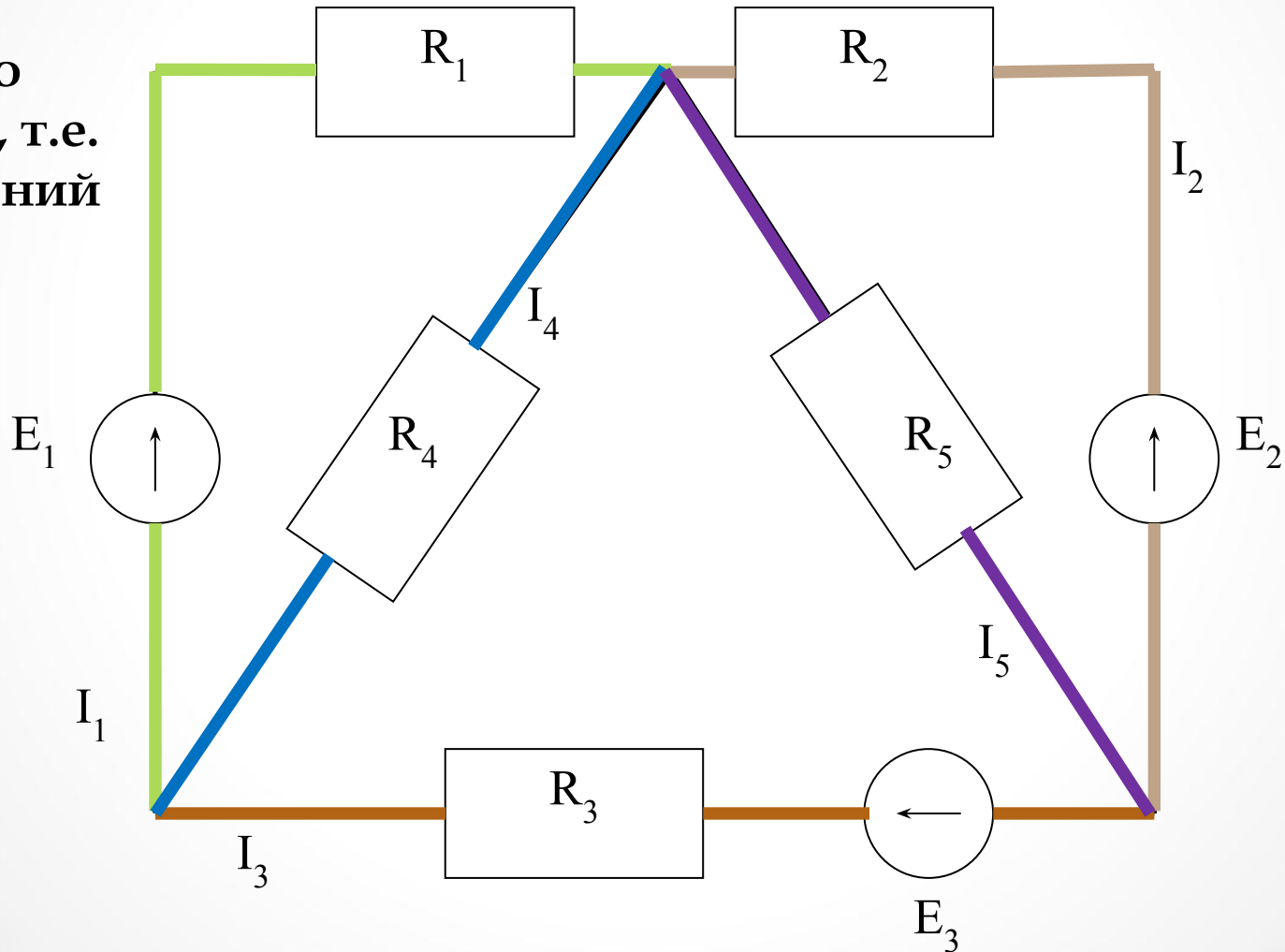


# Найдем общее количество уравнений

- Для определения токов во всех ветвях данной электрической цепи, необходимо составить систему уравнений по законам Кирхгофа.
- *Общее число уравнений в системе должно соответствовать числу неизвестных токов, т. е. числу ветвей.*

# Посчитаем количество ветвей в нашей электрической цепи

Итого  
5 ветвей, т.е.  
5 уравнений



# Найдем количество уравнений по I закону Кирхгофа

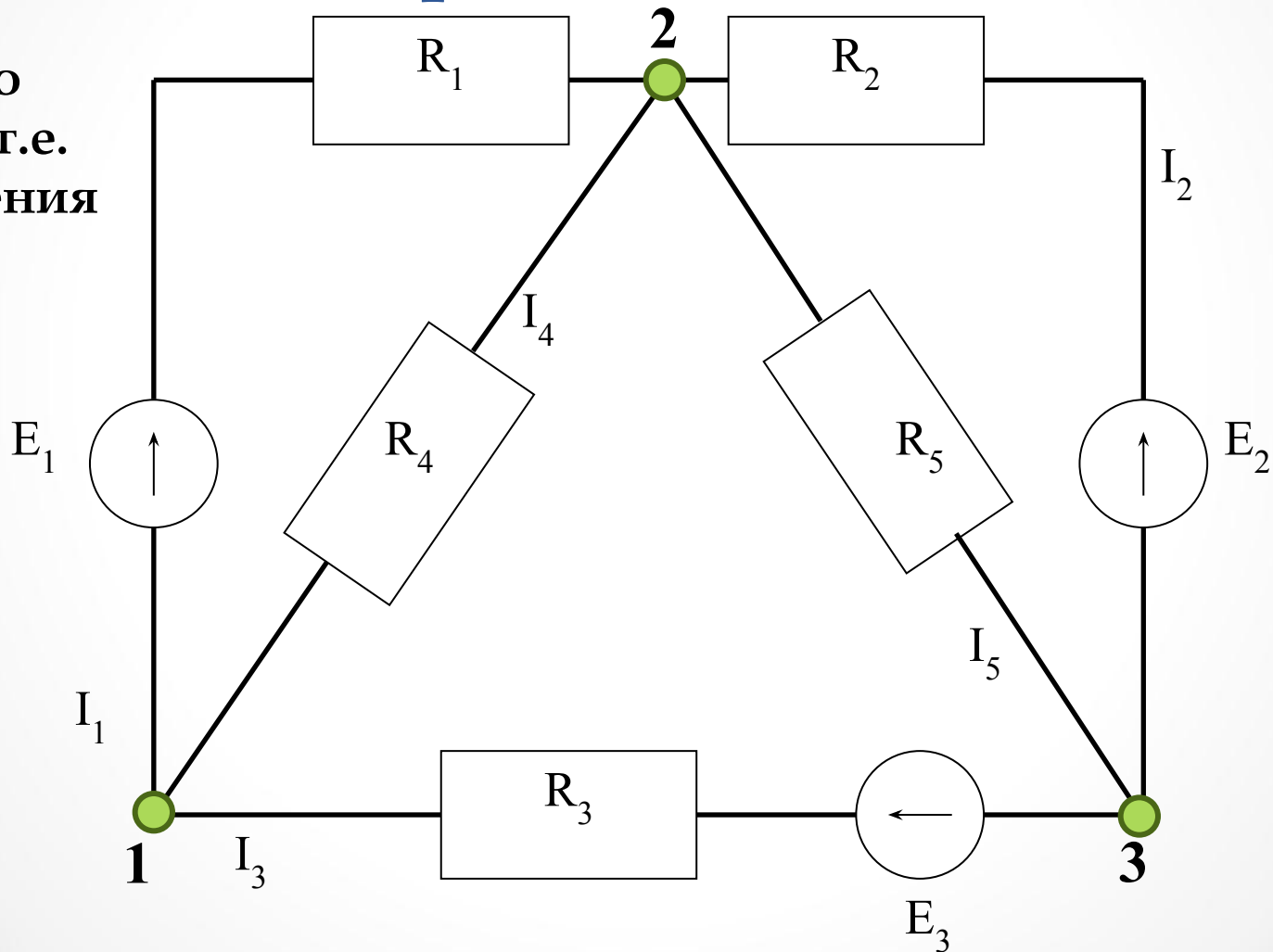
- По первому закону Кирхгофа составляется число уравнений, на единицу меньшее числа узлов цепи, т.к. уравнение для последнего узла есть следствие всех предыдущих уравнений и не дает ничего нового для расчета.



# Посчитаем количество узлов

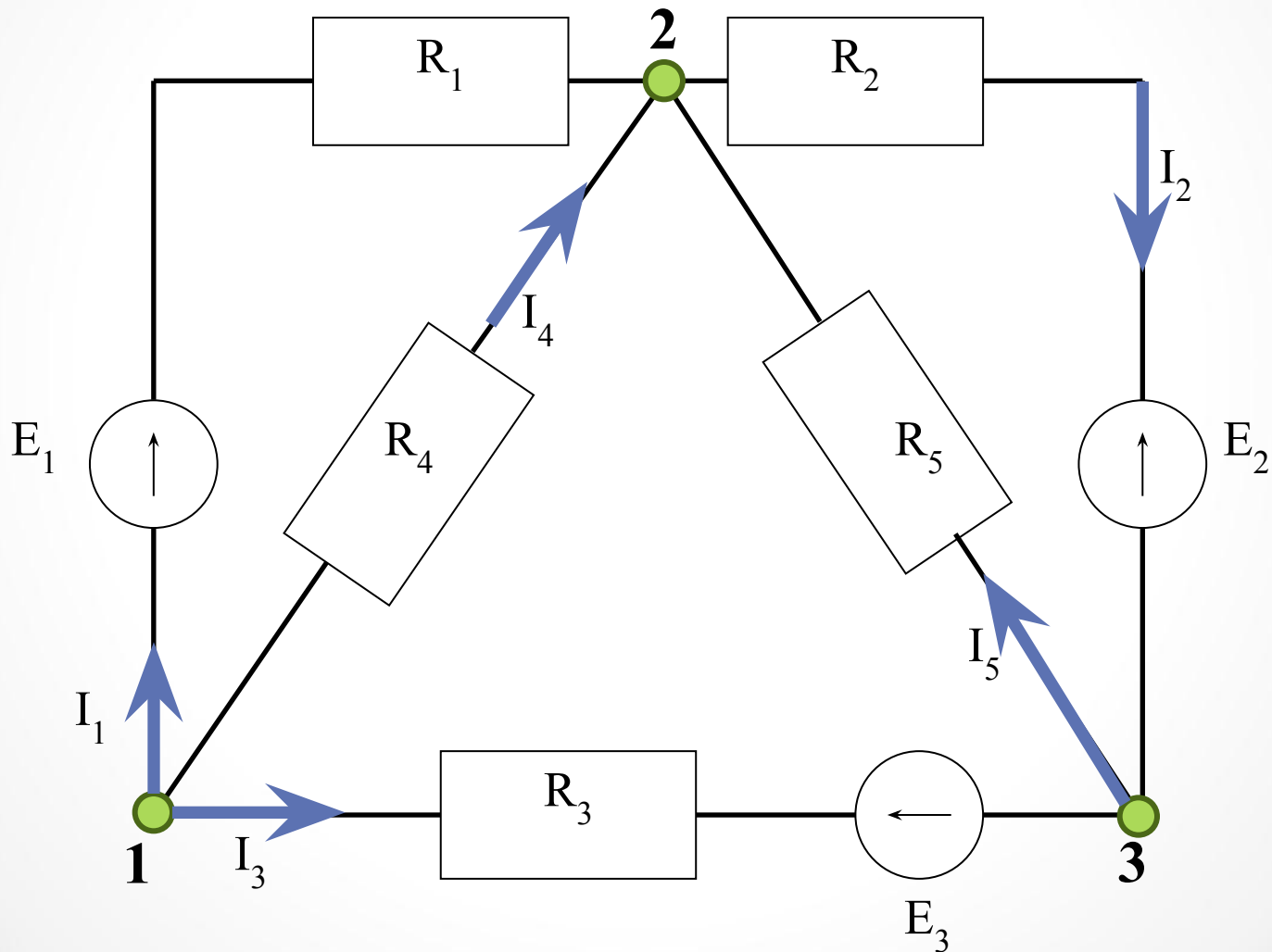
## Электрической цепи

Итого  
3 узла, т.е.  
2 уравнения



# Зададим направление токов во

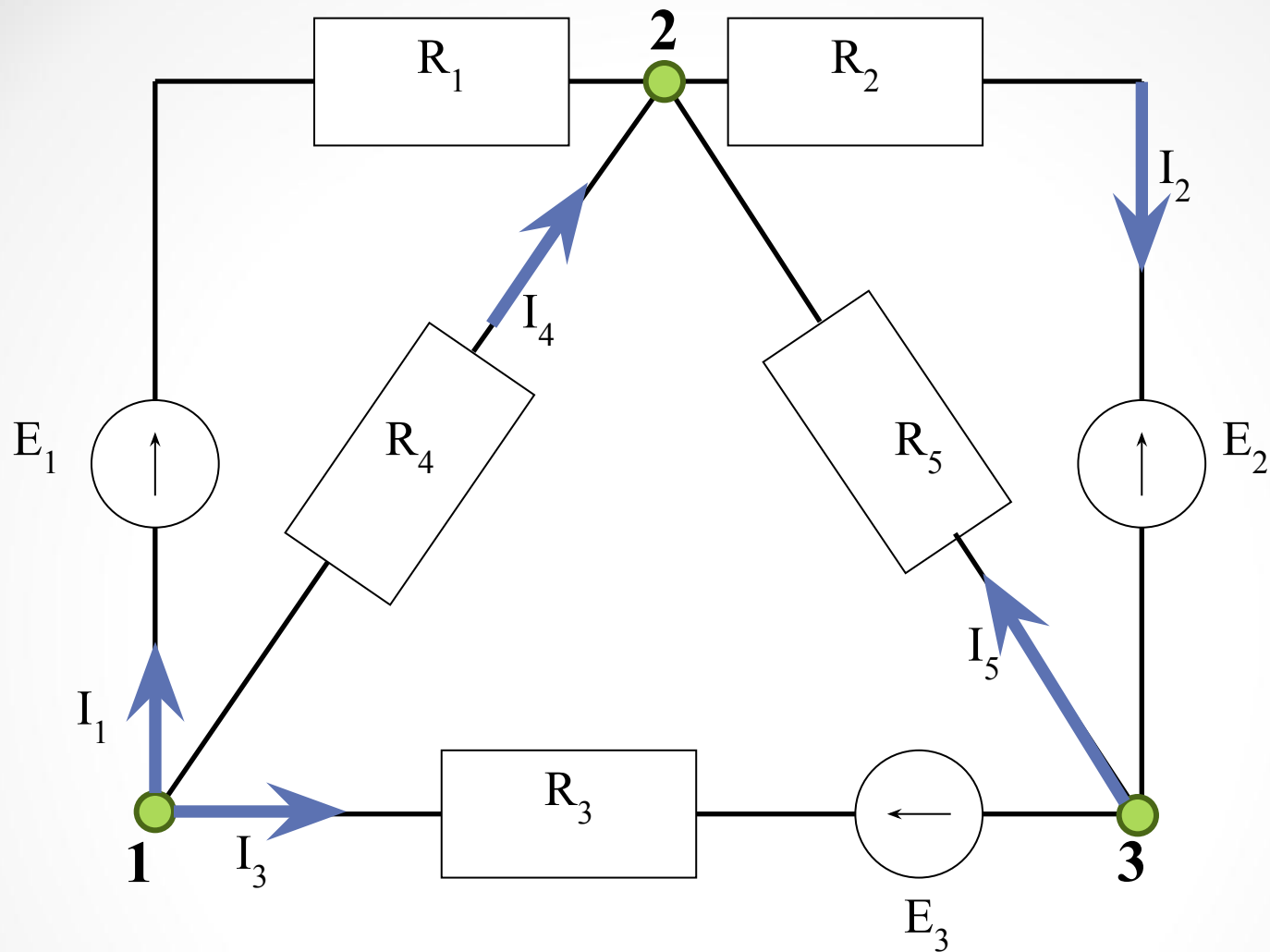
## всех ветвях цепи



# Составим уравнения по I закону

## Кирхгофа

- Токи, подходящие к узлу, будем считать положительными и брать со знаком (+), а токи, отходящие от узла – (-).



Для узла № 1:  $-I_1 - I_3 - I_4 = 0$

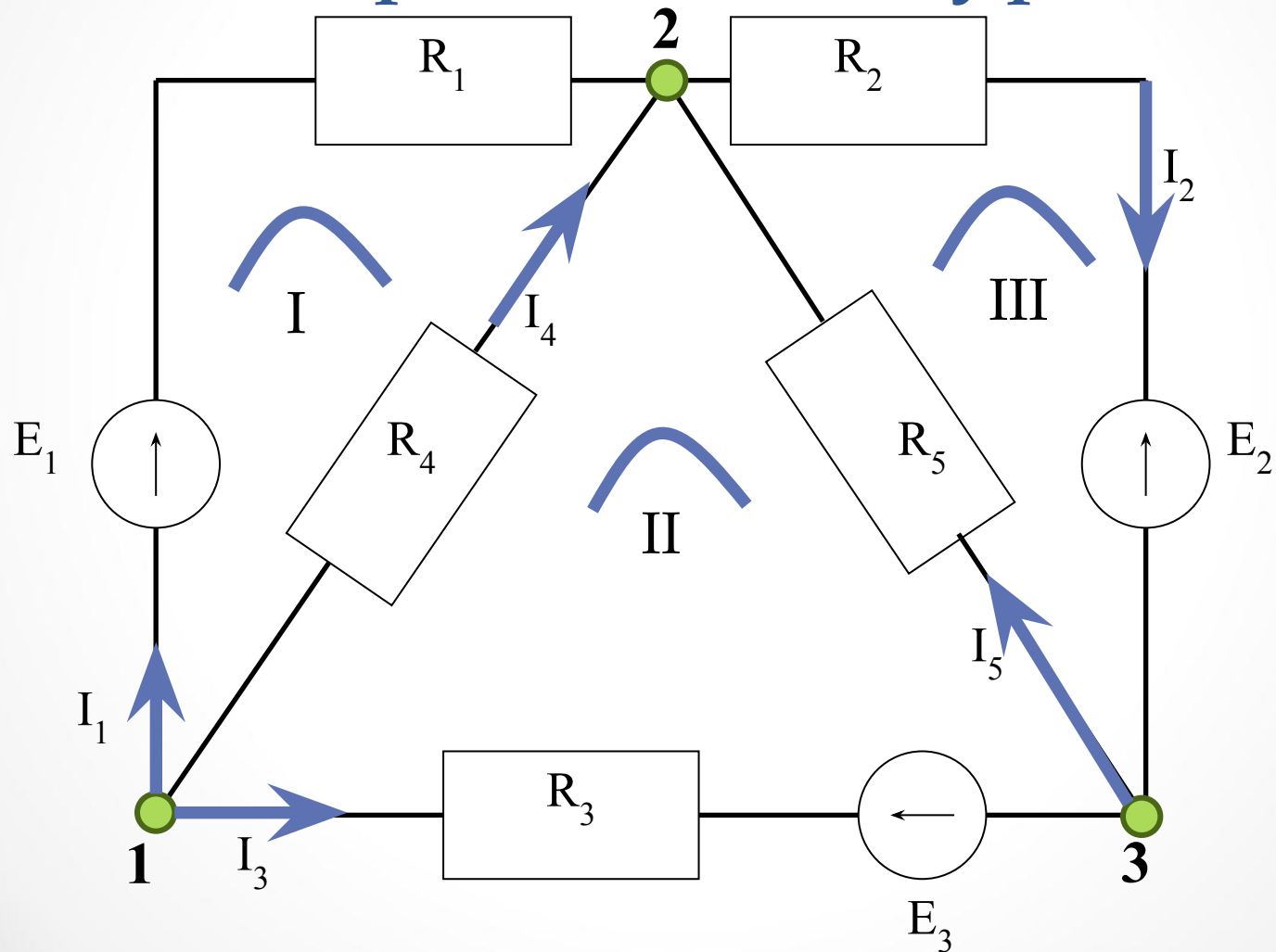
Для узла № 2:  $I_1 - I_2 + I_4 + I_5 = 0$

# Найдем количество уравнений по II закону Кирхгофа

- По второму закону Кирхгофа составляются все недостающие уравнения для любых произвольно выбранных контуров цепи.
- Посчитаем количество недостающих уравнений:  $5 - 2 = 3$ .

# Зададим направление обхода

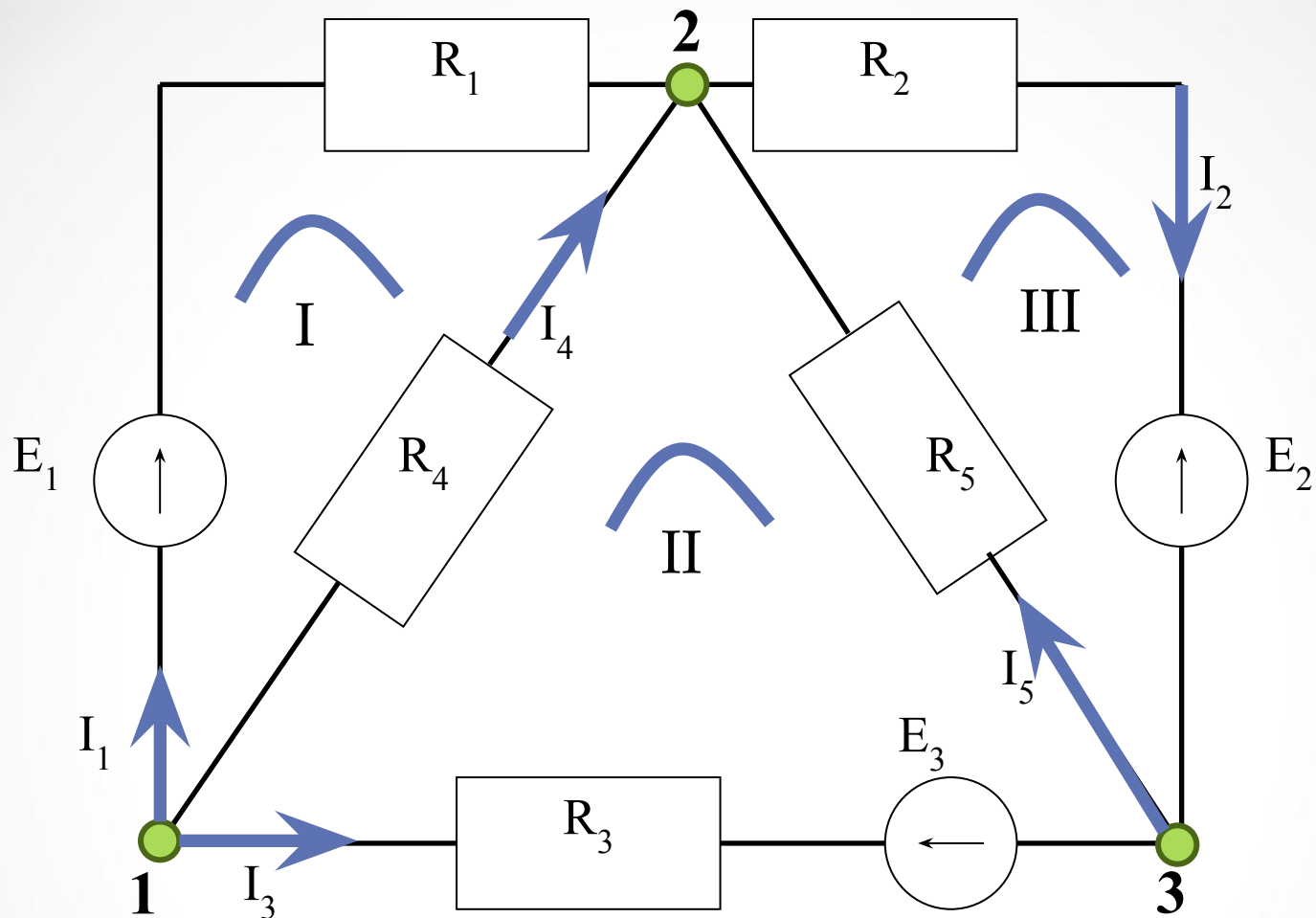
## выбранных контуров



# Составим уравнения по II закону

## Кирхгофа

- При составлении уравнений ЭДС и токи, совпадающие с выбранным направлением обхода контура будем брать со знаком (+), а несовпадающие – со знаком (–).



Для I контура:  $I_1 R_1 - I_4 R_4 = E_1$

Для II контура:  $I_4 R_4 - I_5 R_5 - I_3 R_3 = E_3$

Для III контура:  $I_2 R_2 + I_5 R_5 = -E_2$



Получилась система уравнений

$$-I_1 - I_3 - I_4 = 0$$

$$I_1 - I_2 + I_4 + I_5 = 0$$

$$I_1 R_1 - I_4 R_4 = E_1$$

$$I_4 R_4 - I_5 R_5 - I_3 R_3 = E_3$$

$$I_2 R_2 + I_4 R_4 = -E_2$$

Решив ее, получаем пять значений токов.