

Расчет сложных цепей
постоянного тока по I и II
законам Кирхгофа

Повторение изученного материала

Дайте определение сложной электрической цепи

- Сложными называются разветвленные электрические цепи со многими источниками энергии.

Дайте формулировку I закону 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.

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

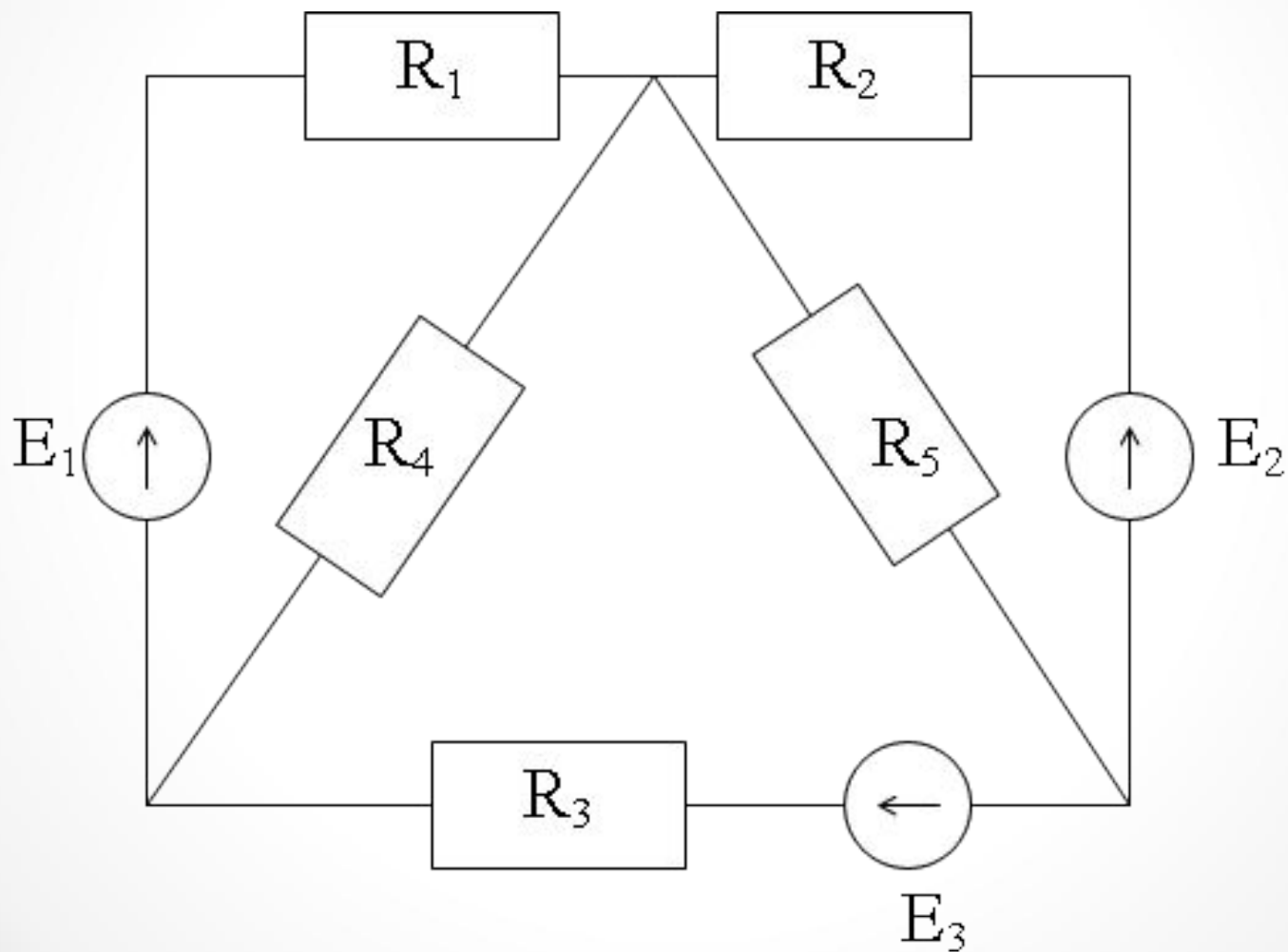
Дайте формулировку II закону Кирхгофа

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

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

Решение задачи

Определить токи во всех ветвях данной
электрической цепи

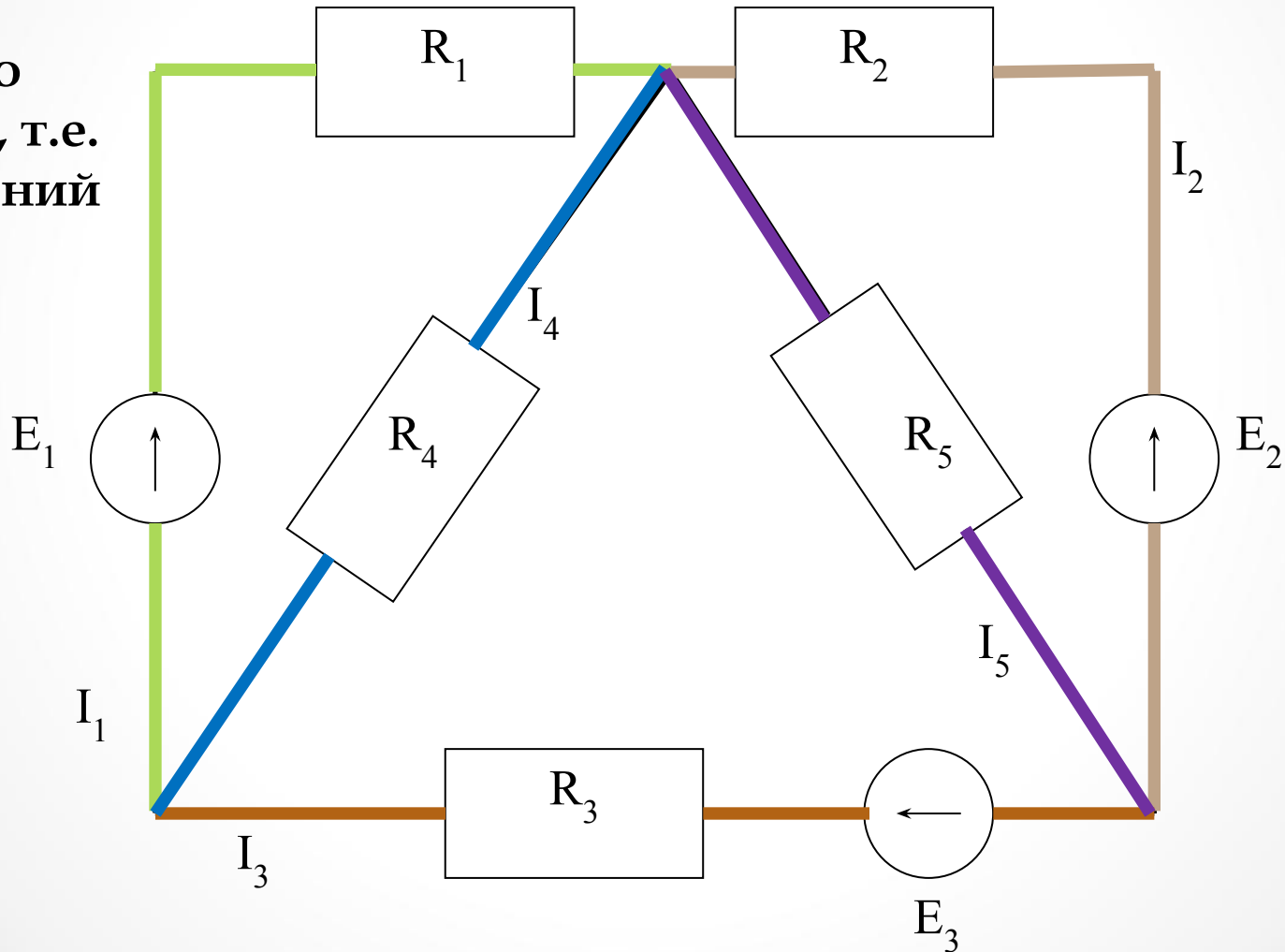


Найдем общее количество уравнений

- 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



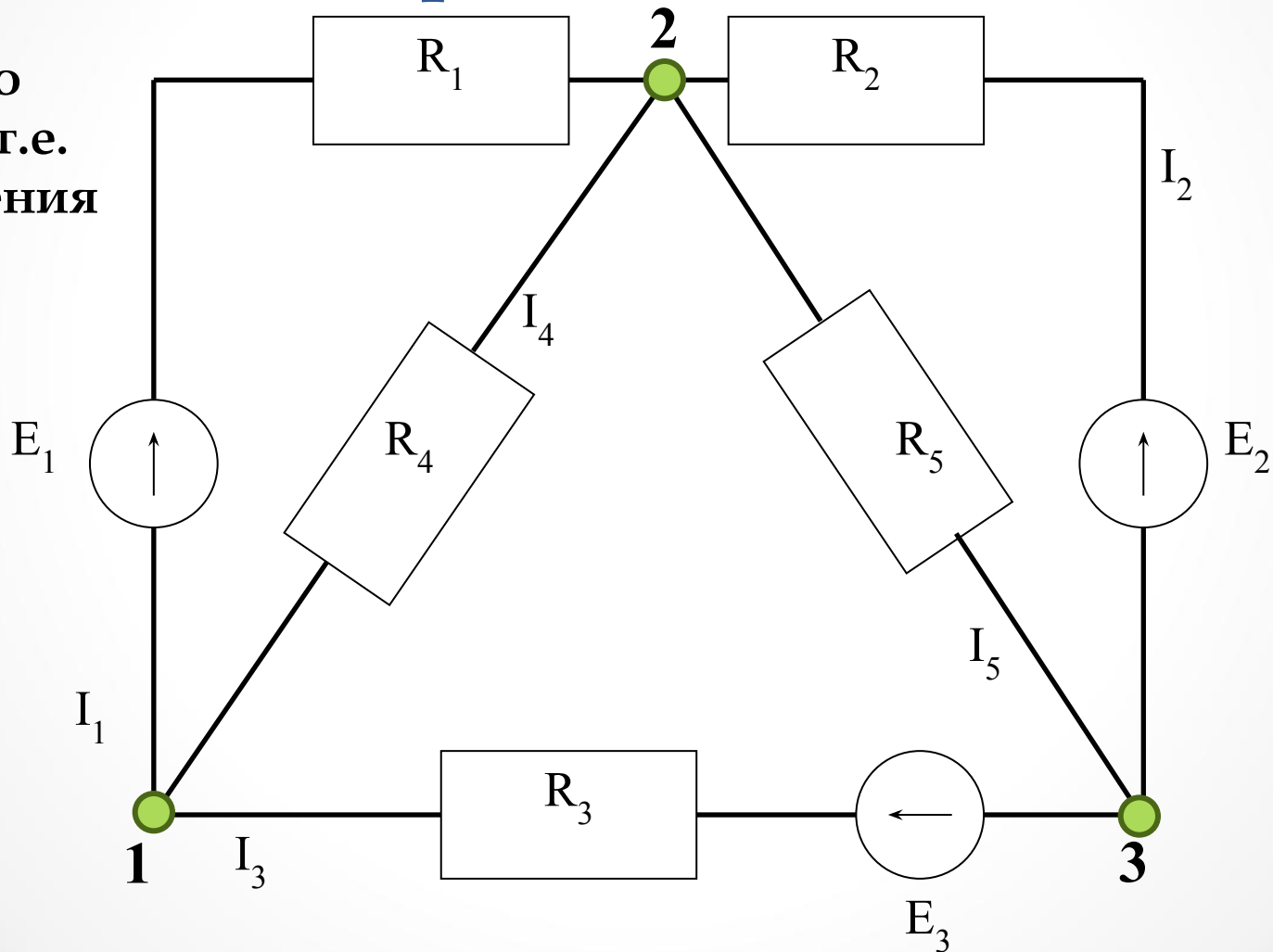
Найдем количество уравнений по I закону Кирхгофа

- 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

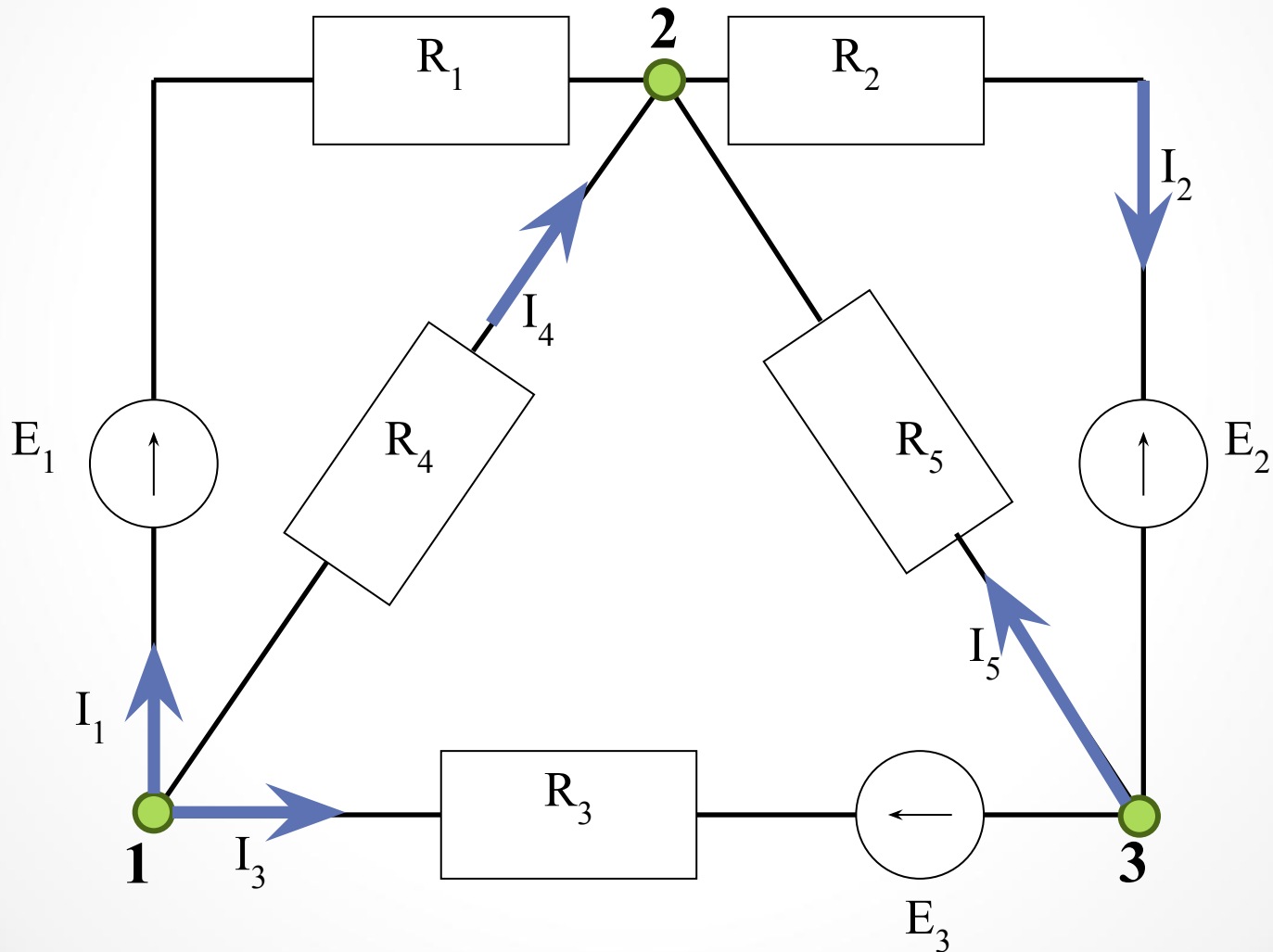
Электрической цепи

Итого
3 узла, т.е.
2 уравнения



Зададим направление токов во

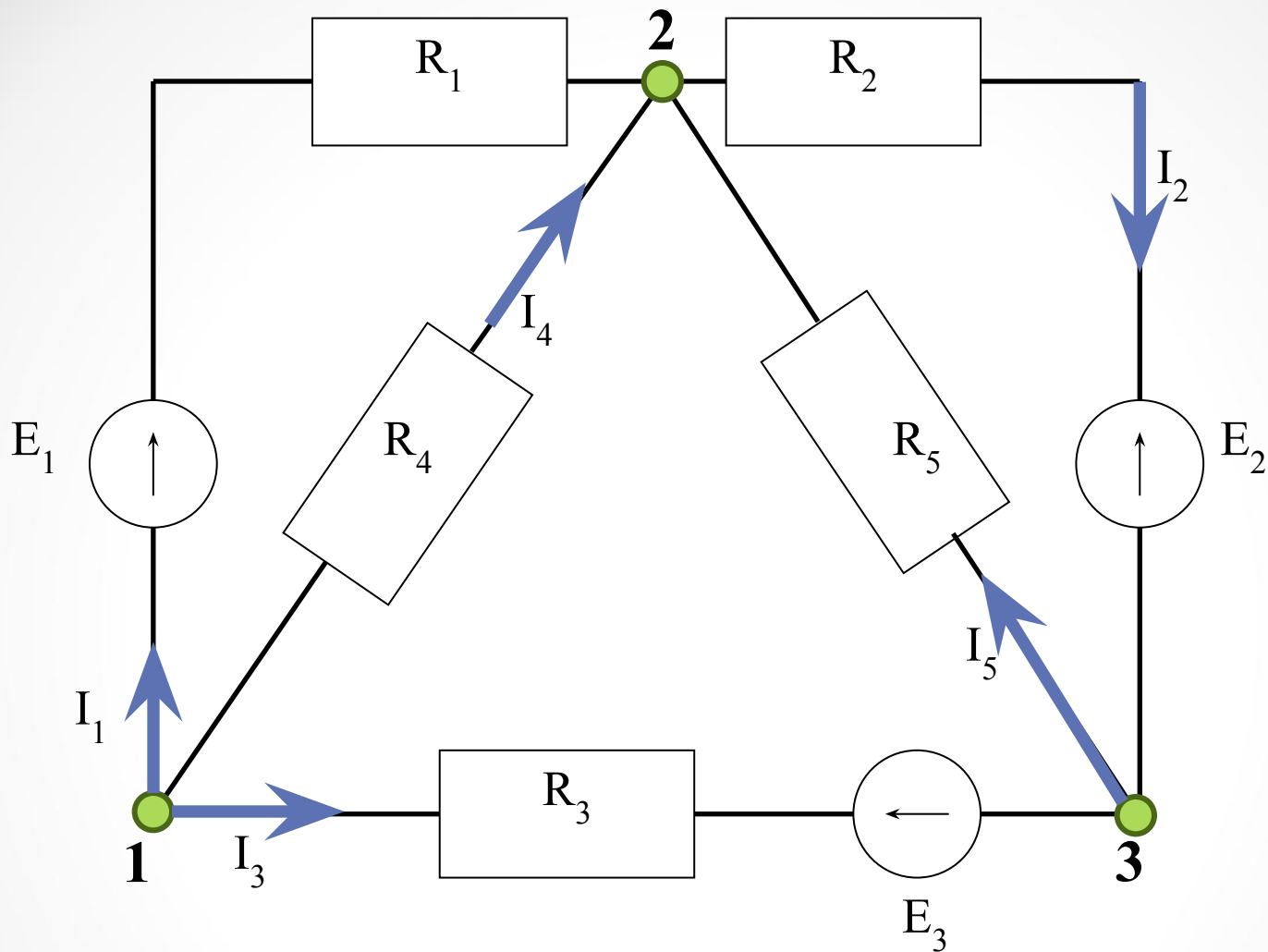
всех ветвях цепи



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: $-I_1 - I_3 - I_4 = 0$

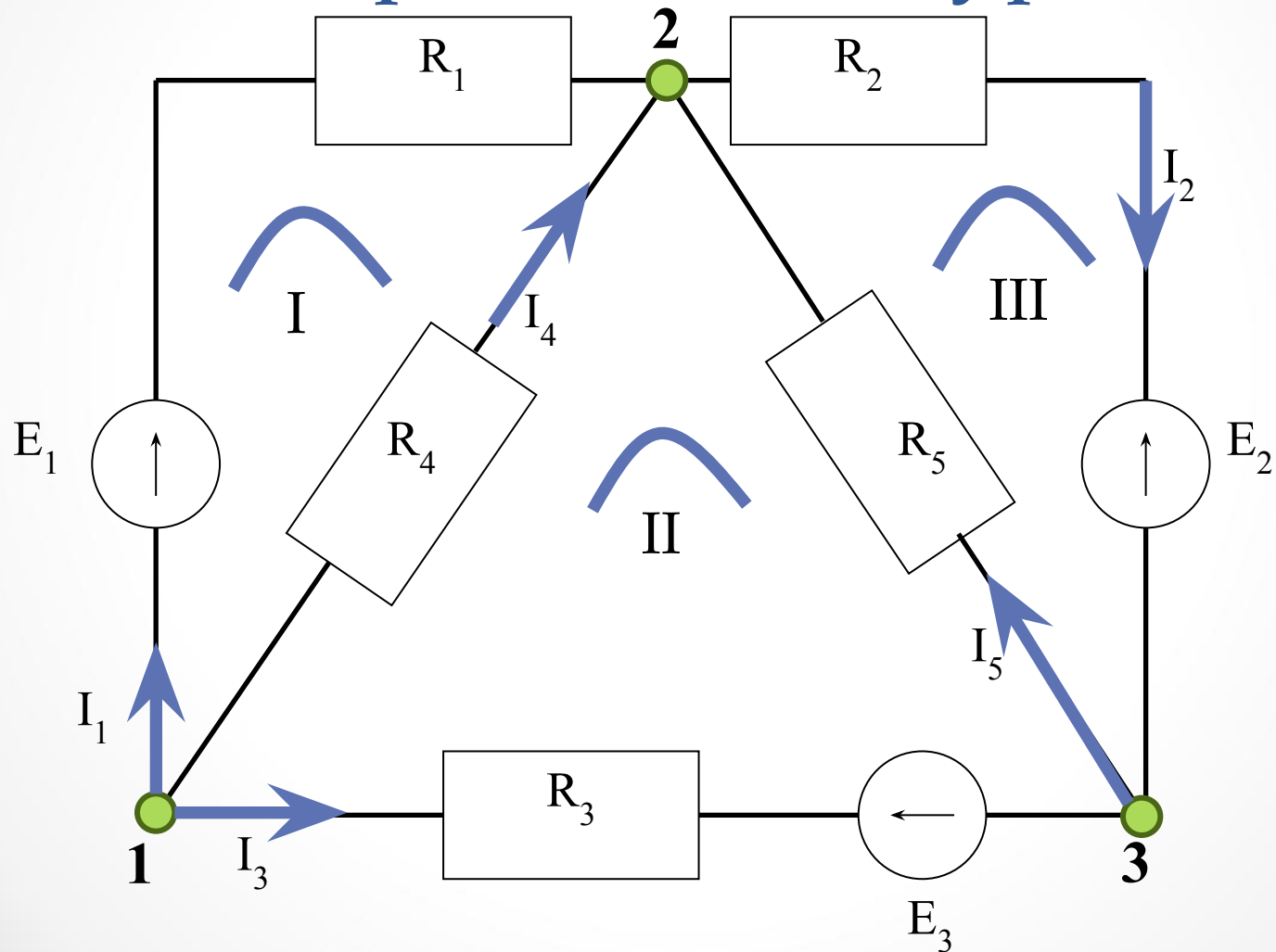
Для узла № 2: $I_1 - I_2 + I_4 + I_5 = 0$

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

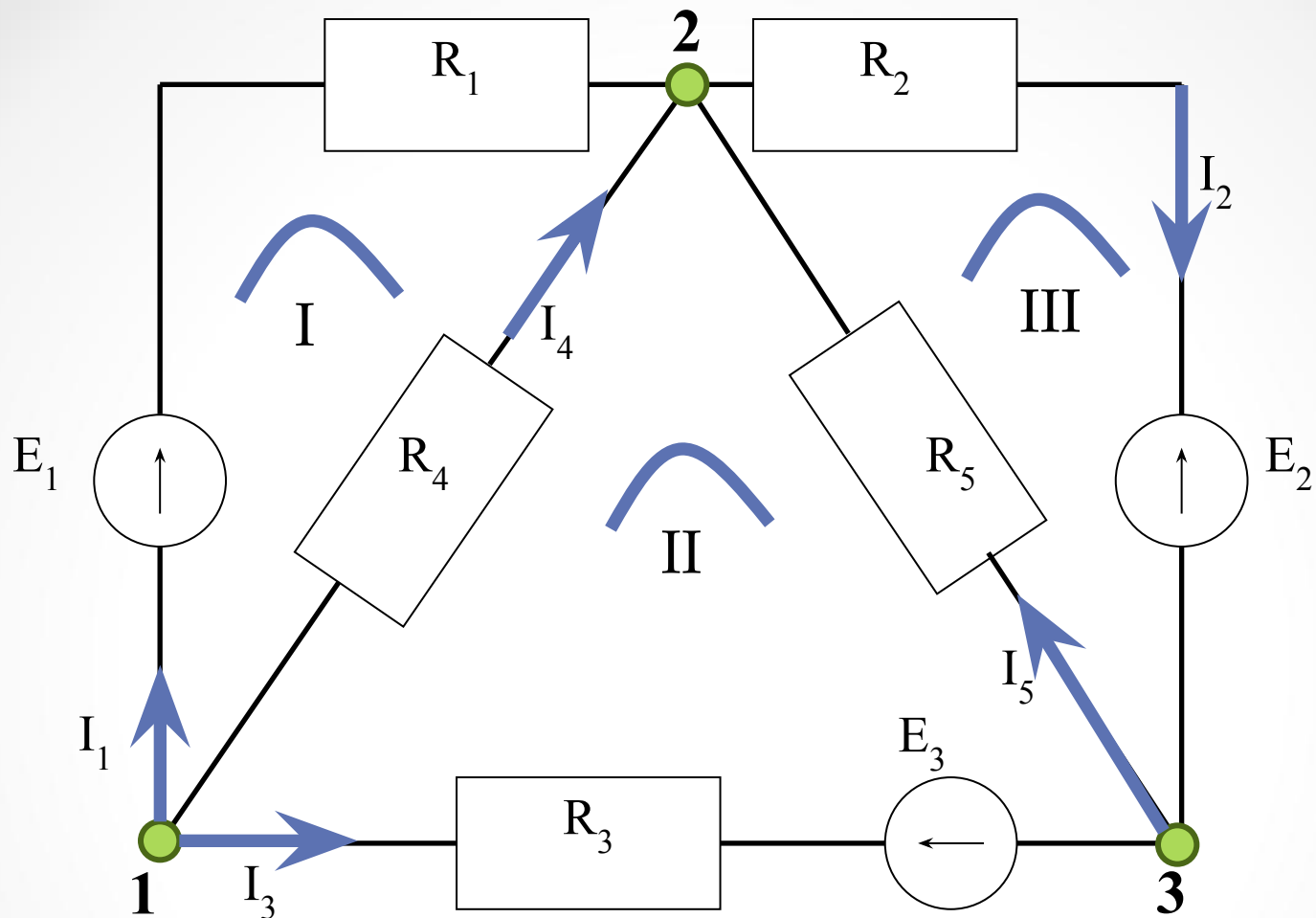
выбранных контуров



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

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

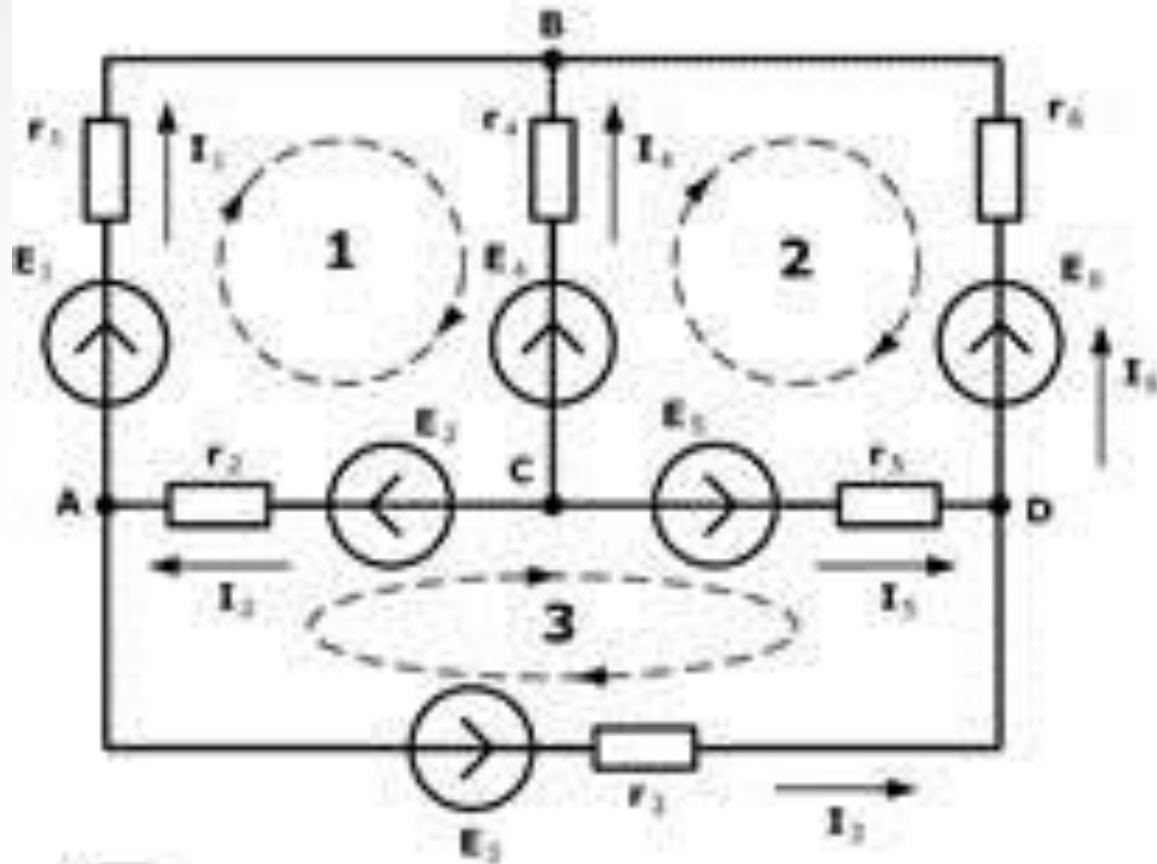
$$I_1 - I_2 + I_4 + I_5 = 0$$

$$I_1 R_1 - I_4 R_4 = E_1$$

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

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

Решив ее, получаем пять значений
ТОКОВ.



$$I_2 = I_1 + I_3$$

для узла А

$$I_1 + I_4 + I_6 = 0$$

для узла В

$$I_2 + I_4 + I_5 = 0$$

для узла С

$$E_1 - E_4 + E_2 = I_1 r_1 - I_4 r_4 + I_2 r_2$$

для контура 1

$$E_4 - E_6 - E_5 = I_4 r_4 - I_6 r_6 - I_5 r_5$$

для контура 2

$$-E_2 + E_5 - E_3 = -I_2 r_2 + I_5 r_5 - I_3 r_3$$

для контура 3