



Назарбаев
Интеллектуальные
ШКОЛЫ

Законы Кирхгофа

Урок 1

Цель обучения

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

Цели урока

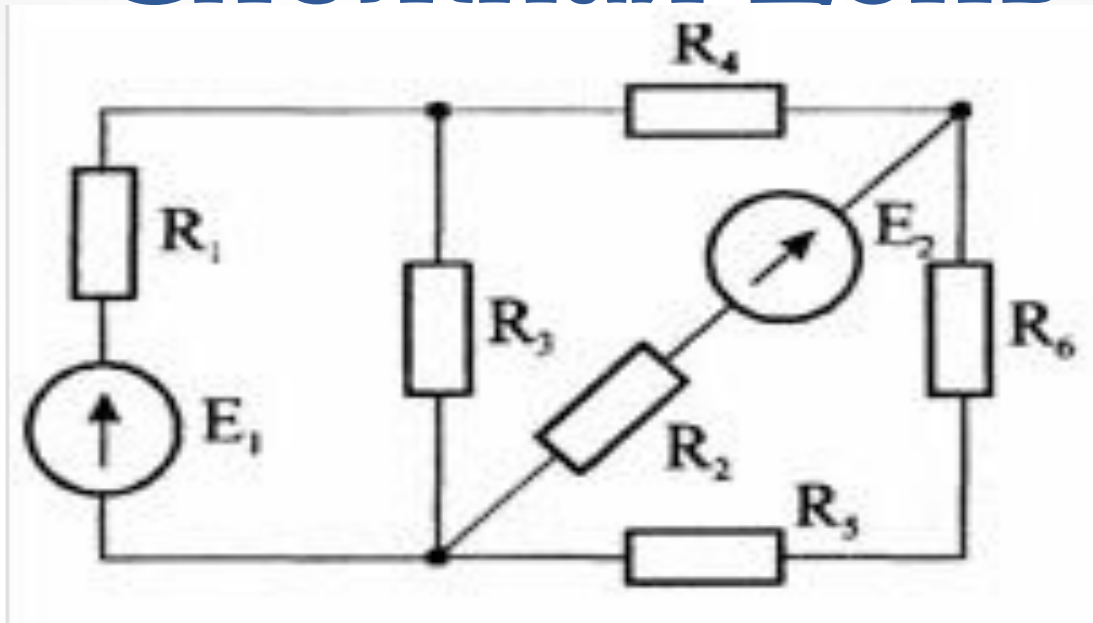
- изучить первый закон Кирхгофа;
- изучить второй закон Кирхгофа;
- изучить универсальный метод расчета сложных цепей.

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?**

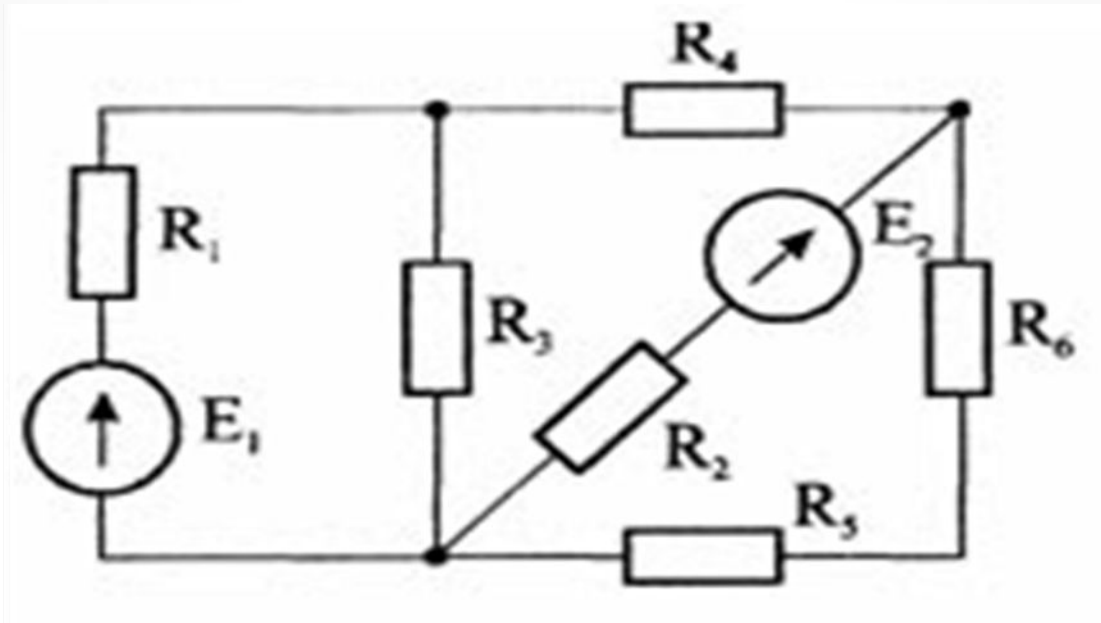
- 8. Сформулируйте закон Ома для участка цепи
- 9. Какая цепь называется полной?
- 10. Что такое ЭДС источника?
- 11. Сформулируем закон Ома для полной цепи.
- 12. Как определить эквивалентное сопротивление при последовательном соединении?

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.

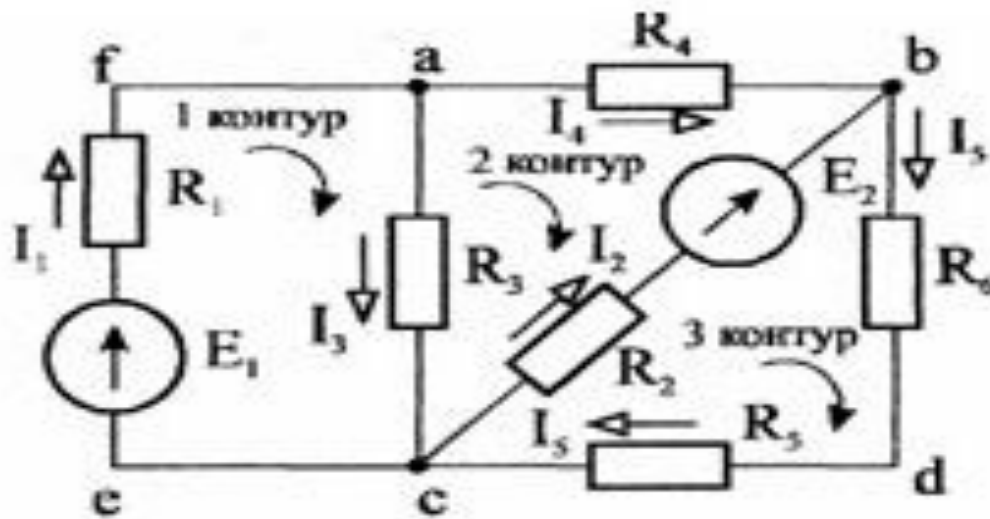
$$\sum_{i=1}^n I_i = 0$$

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:

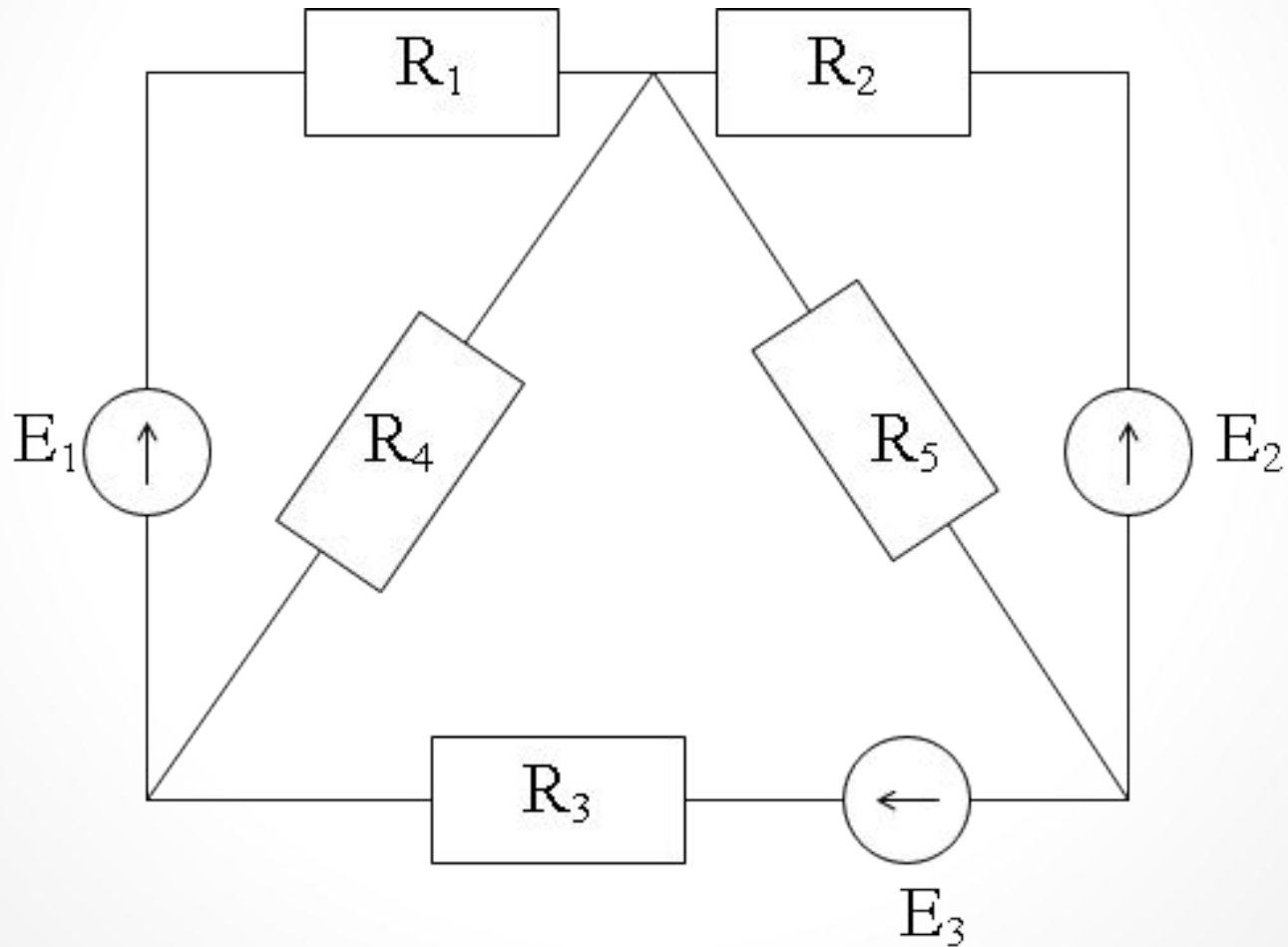
$$-R_2 I_2 - R_3 I_3 + R_4 I_4 = -E_2$$

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

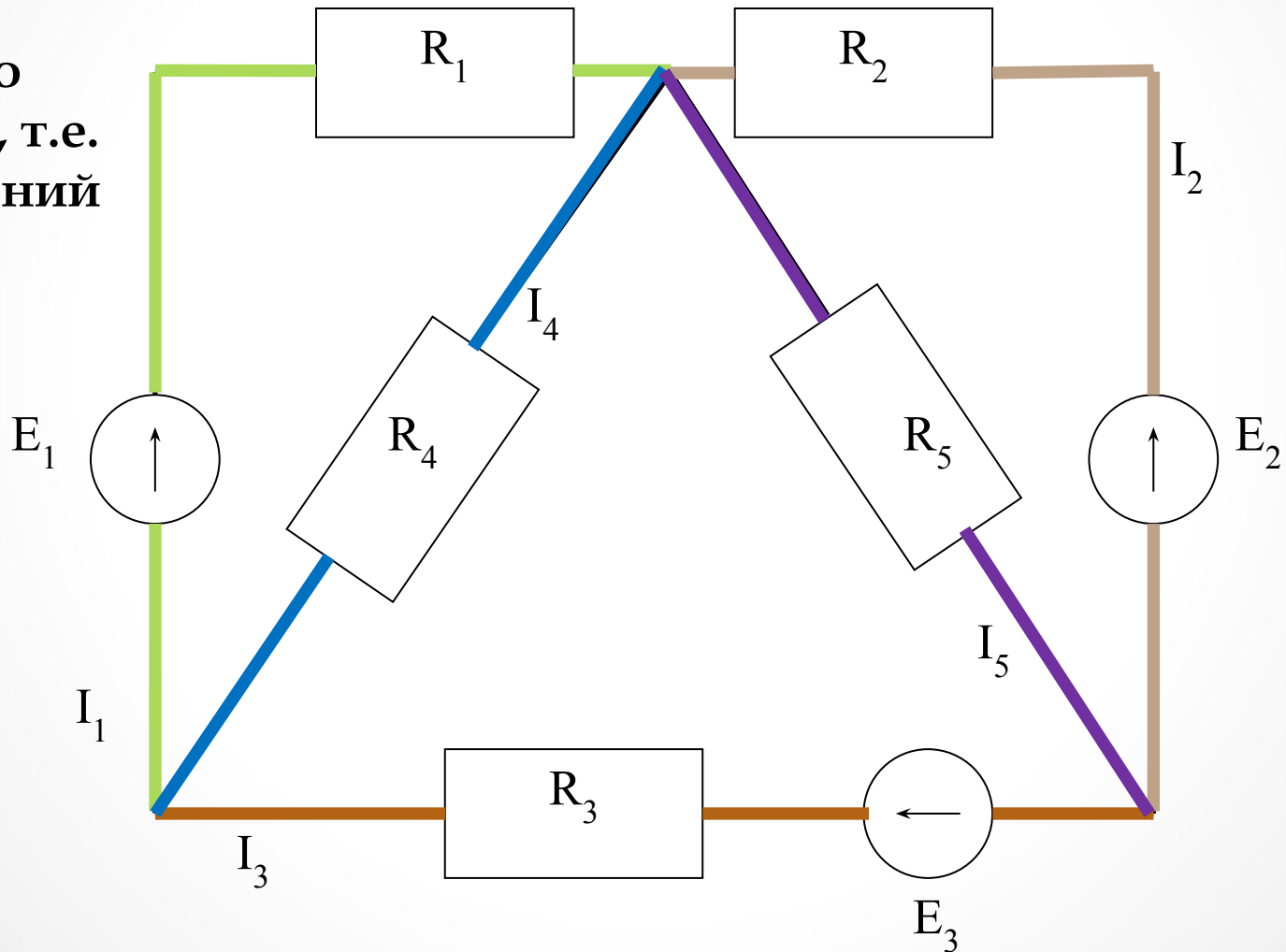


Найдем общее количество уравнений

- 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



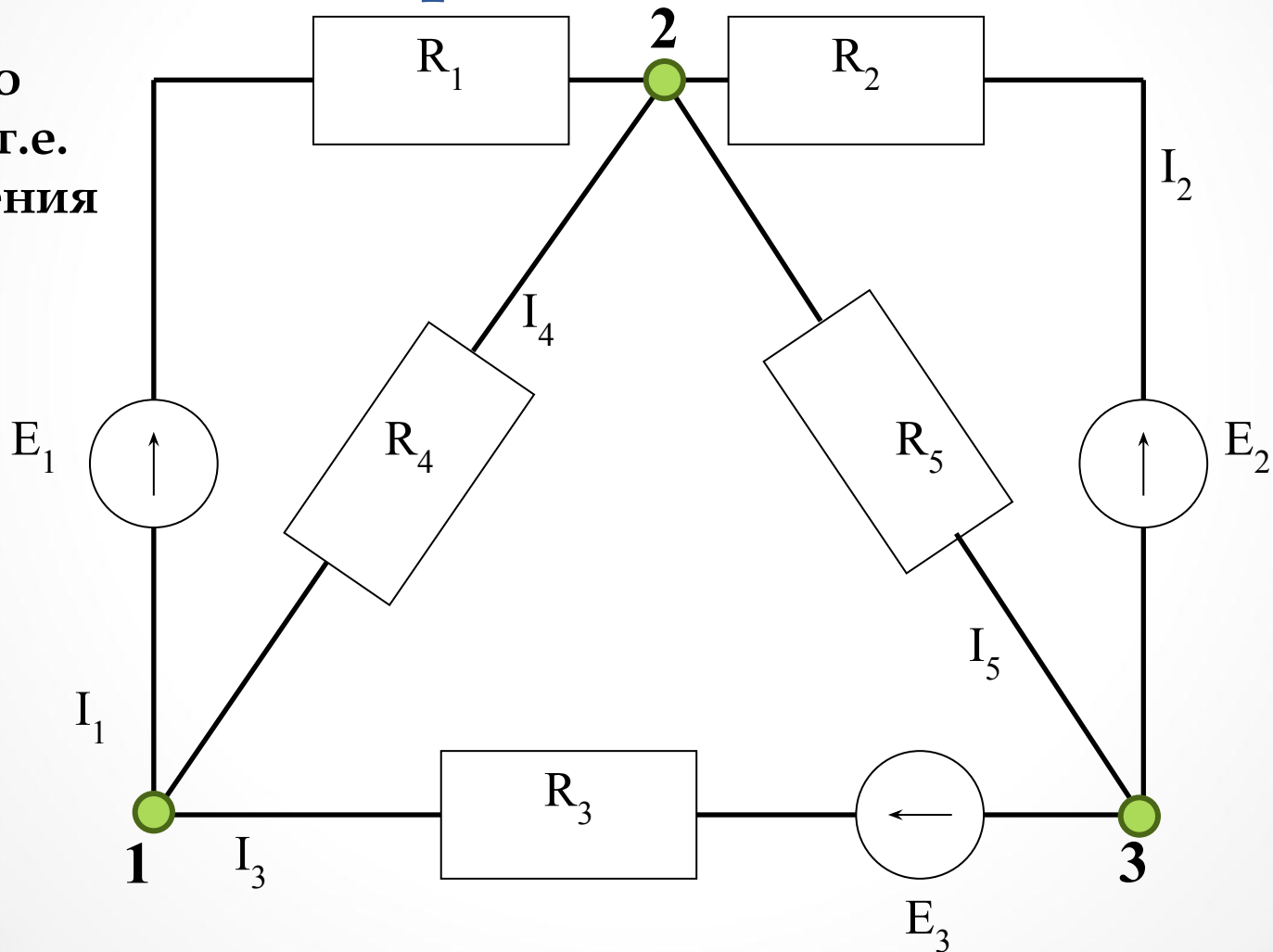
Найдем количество уравнений по I закону Кирхгофа

- 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

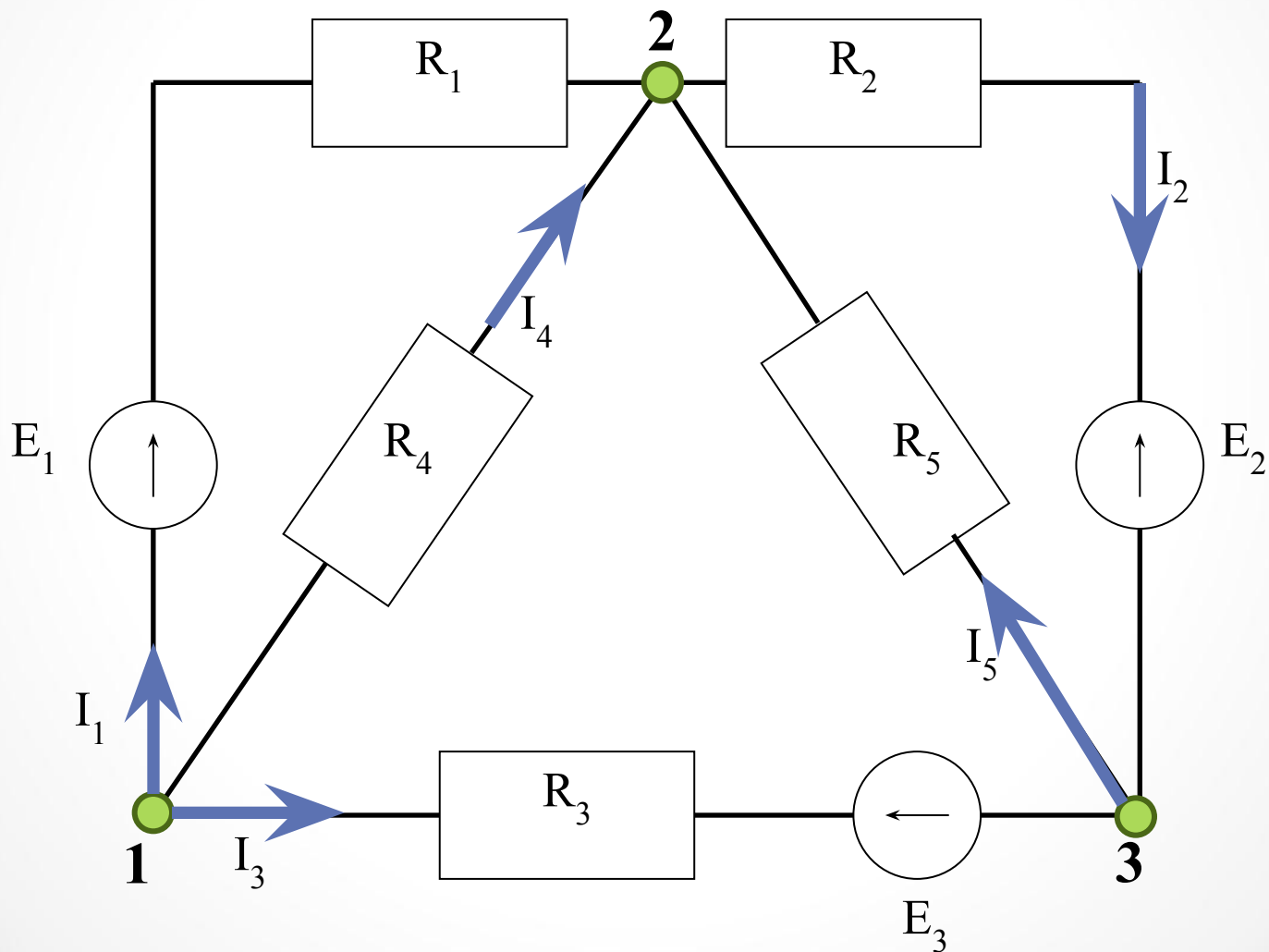
Электрической цепи

Итого
3 узла, т.е.
2 уравнения



Зададим направление токов во

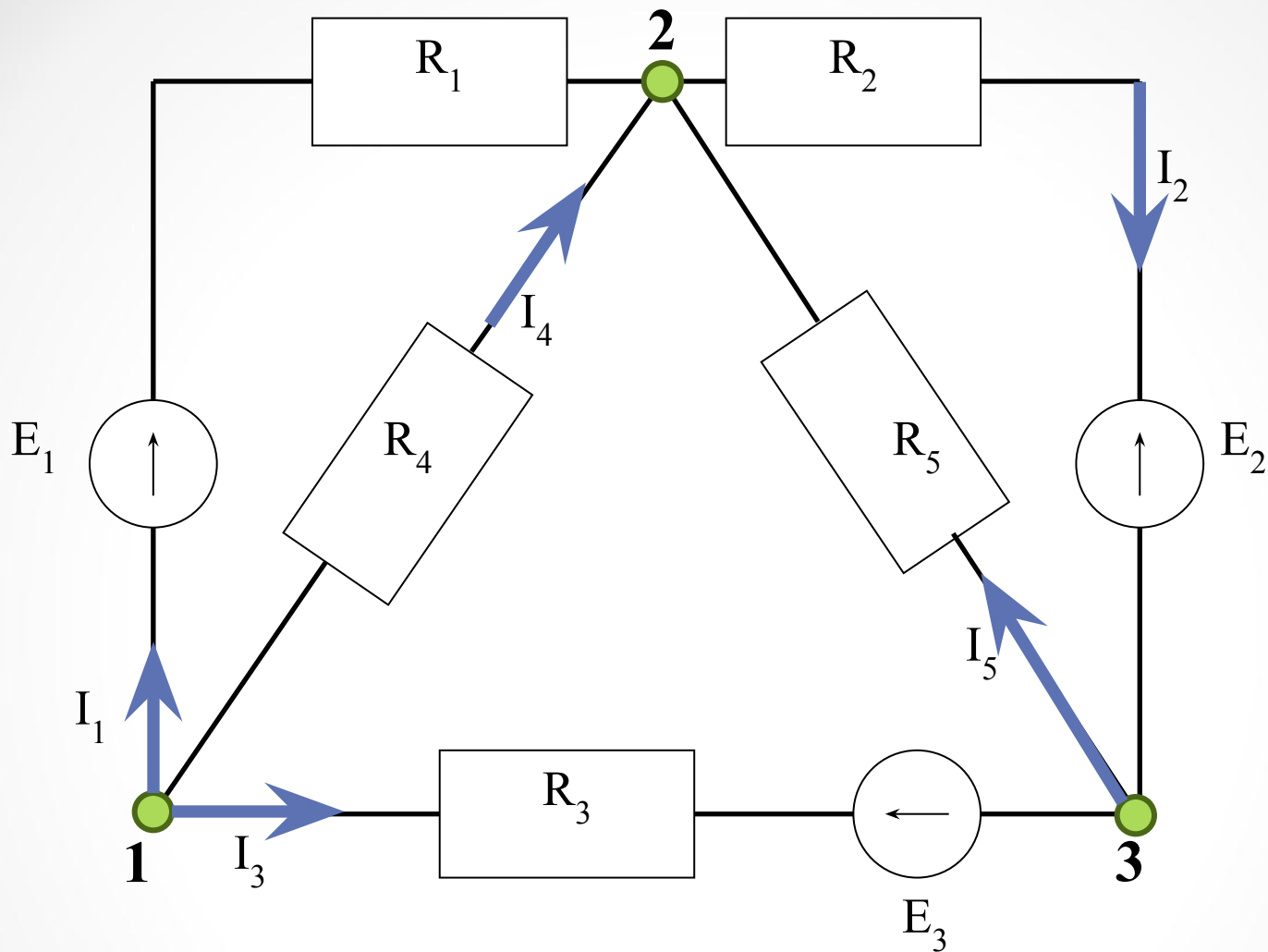
всех ветвях цепи



Составим уравнения по I закону

Кирхгофа

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



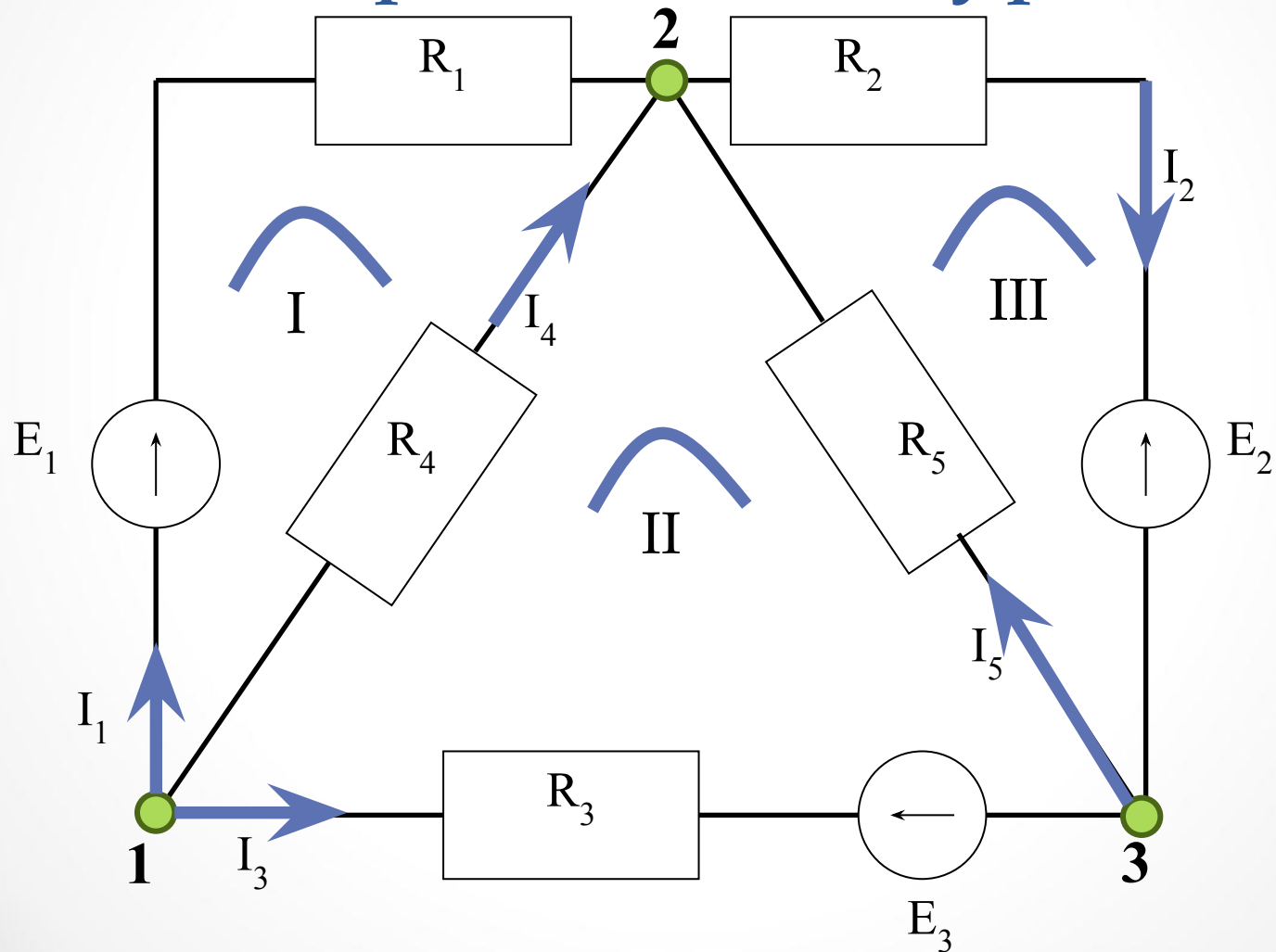
Для узла № 1: $-I_1 - I_3 - I_4 = 0$

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: $5 - 2 = 3$.

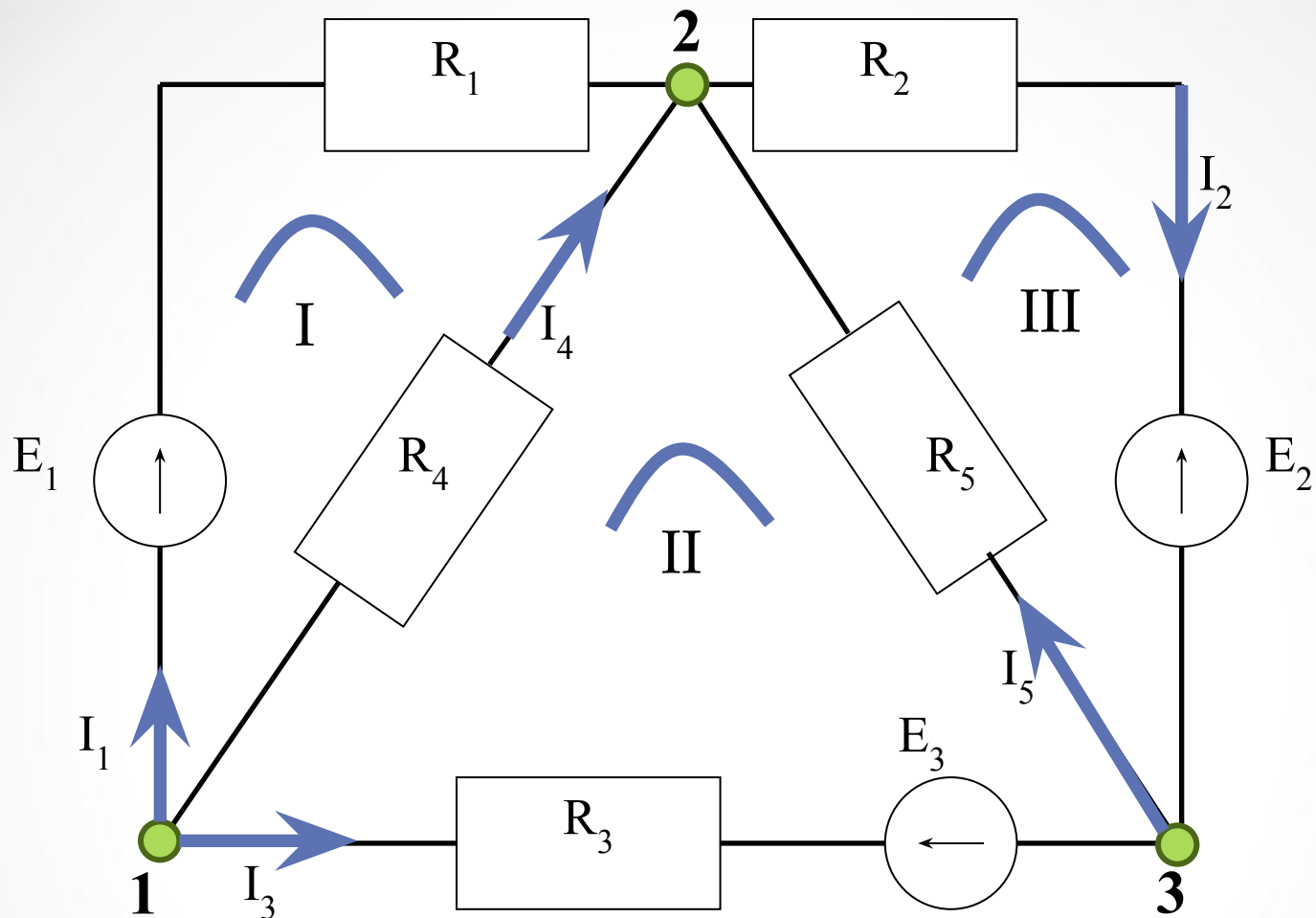
Зададим направление обхода выбранных контуров



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.