



ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ

ОТЧЕТ

по домашнему заданию №1

Расчет цепей постоянного тока

Группа Р3331

Вариант 002

Выполнил(а): Чураков Александр Алексеевич

Дата сдачи отчета: 21.10.2025

Дата защиты:

Контрольный защиты: 27.10.2025

Количество баллов:

Вариант	Схема	Параметры источников энергии: $J$ [A], $E$ [B]			Параметры резисторов [Ом]					
					1	2	3	4	5	6
002	1	$\downarrow J_6=0,15$	$\rightarrow E_3=12$	$\leftarrow E_2=28$	6	8	7	4	1	-

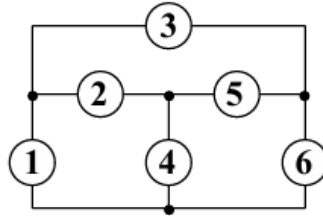
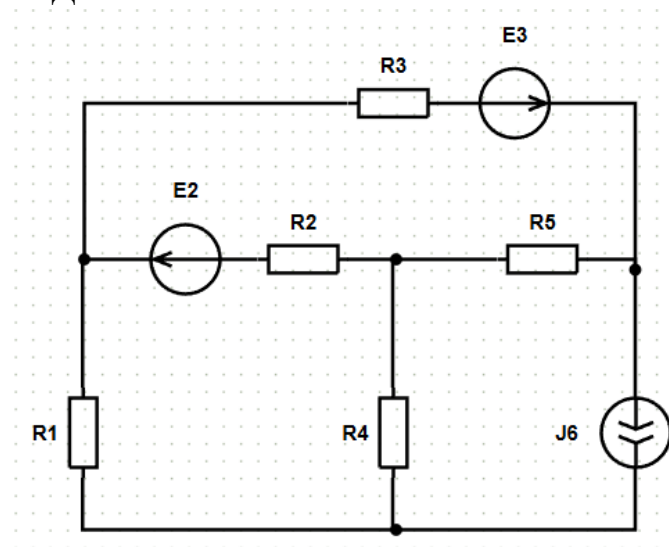


Схема 1

## Задание



Дано:

$$J_6 = 0,15 \text{ A}$$

$$E_3 = 12 \text{ A}$$

$$E_2 = 28 \text{ A}$$

$$R_1 = 6 \text{ Ом}$$

$$R_2 = 8 \text{ Ом}$$

$$R_3 = 7 \text{ Ом}$$

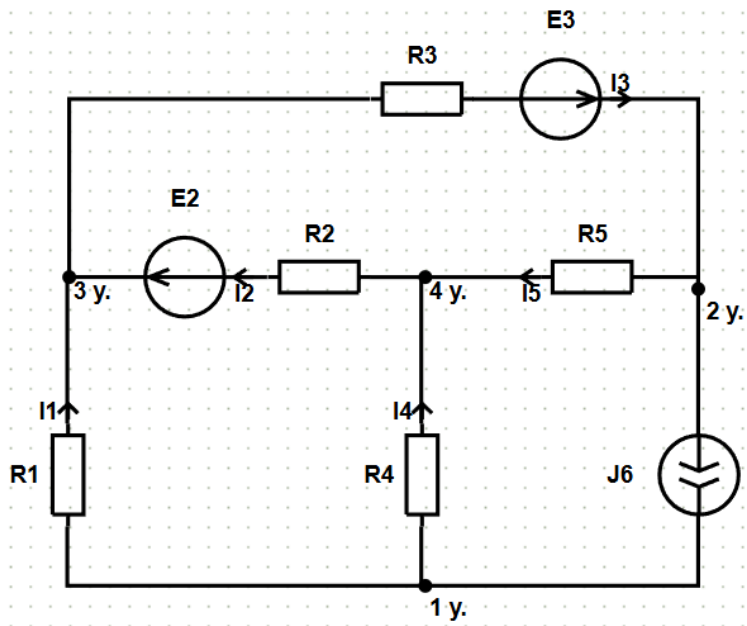
$$R_4 = 4 \text{ Ом}$$

$$R_5 = 1 \text{ Ом}$$

НАЙТИ: значения всех неизвестных токов, используя: I) законы Кирхгофа, II) метод контурных токов или метод узловых напряжений; III) значение тока любой ветви, содержащей источник ЭДС, методом эквивалентных преобразований или методом эквивалентного генератора; IV) значение напряжения, приложенного к источнику тока; значения мощностей всех источников энергии, всех резистивных элементов, суммарной мощности источников цепи и суммарной мощности потребителей цепи.

Решение:

I Расчет по законам Кирхгофа



Дано:

$$J_6 = 0,15 \text{ A}$$

$$E_3 = 12 \text{ A}$$

$$E_2 = 28 \text{ A}$$

$$R_1 = 6 \text{ Ом}$$

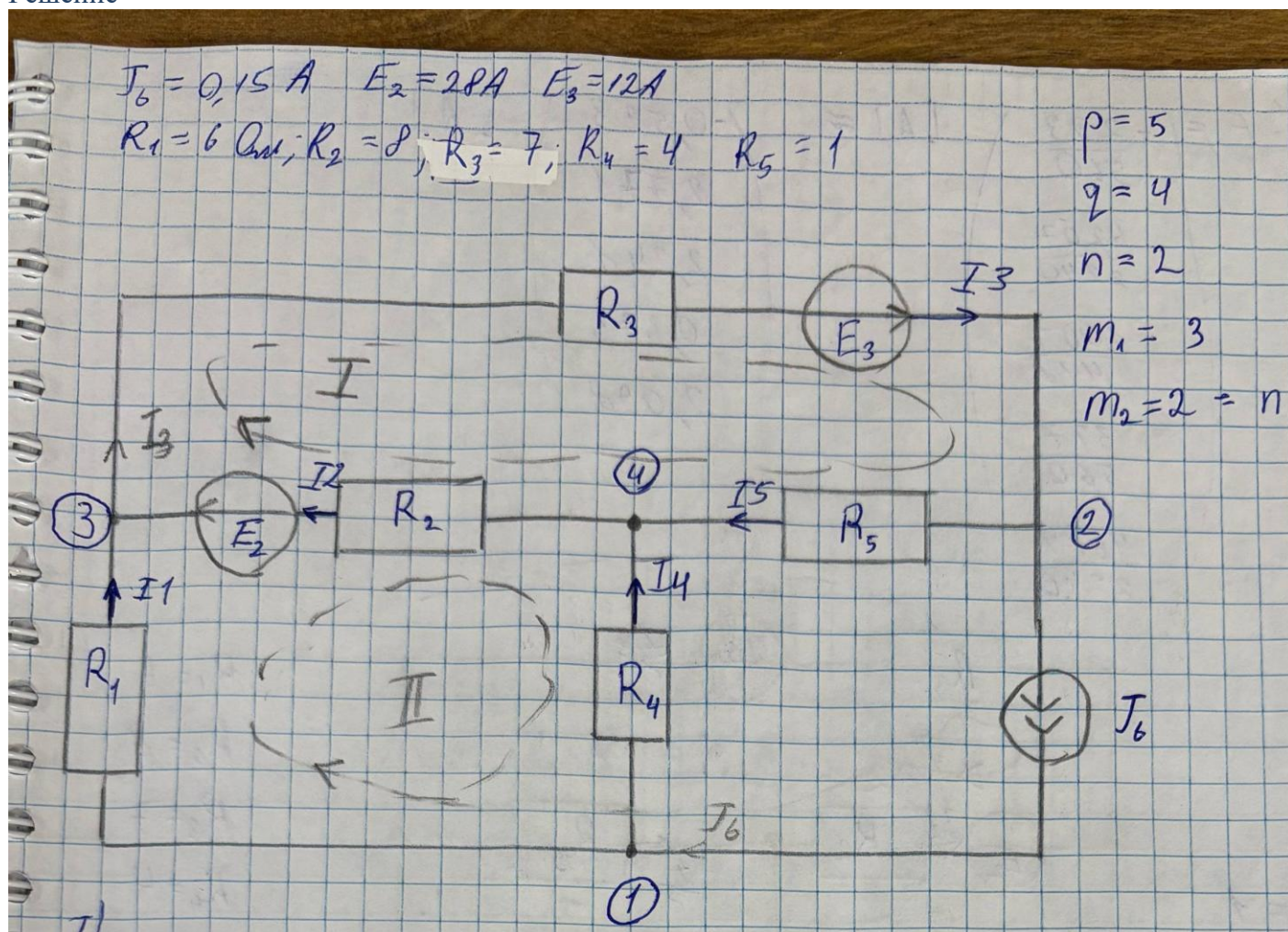
$$R_2 = 8 \text{ Ом}$$

$$R_3 = 7 \text{ Ом}$$

$$R_4 = 4 \text{ Ом}$$

$$R_5 = 1 \text{ Ом}$$

Найти: значения всех неизвестных токов, используя законы Кирхгофа.



## 1. Определение топологии цепи.

- общее кол-во ветвей в цепи  $p^* = 6$ .
- кол-во ветвей с источниками тока = 1
- кол-во ветвей с неизвестными токами  $p = p^* - p_{\text{ит}} = 6 - 1 = 5$
- кол-во узлов  $q = 4$
- кол-во независимых контуров  $n = p - (q - 1) = 5 - (4 - 1) = 2$
- кол-во уравнений по ЗК1  $m_1 = q - 1 = 3$
- кол-во уравнений по ЗК2  $m_2 = n = 2$

## 2. Системы уравнений по законам Кирхгофа

$$\begin{array}{l} \text{I) ЗК I. 1} \\ \text{ЗК I. 3} \\ \text{ЗК I. 4} \\ \text{ЗК II. I} \\ \text{ЗК II. II} \end{array} \left\{ \begin{array}{l} -I_4 - I_1 = -J_6 \\ I_1 + I_2 - I_3 = 0 \\ I_5 + I_4 - I_2 = 0 \\ R_3 I_3 + R_5 I_5 + R_2 I_2 = E_3 + E_2 \\ I_1 R_1 - I_2 R_2 - I_4 R_4 = -E_2 \end{array} \right.$$



$$\begin{pmatrix} -1 & 0 & 0 & -1 & 0 \\ 1 & 1 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & R_2 & R_3 & 0 & R_5 \\ R_1 - R_2 & 0 & -R_4 & 0 & 0 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} I_1 \\ I_2 \\ I_3 \\ I_4 \\ I_5 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -J_6 \\ 0 \\ 0 \\ E_3 + E_2 \\ -E_2 \end{pmatrix}$$
  

$$\begin{pmatrix} -1 & 0 & 0 & -1 & 0 \\ 1 & 1 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 8 & 7 & 0 & 1 \\ 6 & -8 & 0 & -4 & 0 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} I_1 \\ I_2 \\ I_3 \\ I_4 \\ I_5 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -0,15 \\ 0 \\ 0 \\ 40 \\ -28 \end{pmatrix}$$

$\underbrace{\hspace{10em}}_A \quad \underbrace{\hspace{1em}}_{=X} \quad \underbrace{\hspace{10em}}_F$

$$X = A^{-1} \cdot F = \begin{pmatrix} -\frac{293}{560} \\ \frac{6207}{2240} \\ \frac{1007}{448} \\ \frac{377}{560} \\ \frac{4699}{2240} \end{pmatrix} \quad [A] \approx \begin{pmatrix} -0,523 \\ 2,771 \\ 2,248 \\ 0,673 \\ 2,098 \end{pmatrix} \quad [A]$$

$$\begin{pmatrix} -1 & 0 & 0 & -1 & 0 \\ 1 & 1 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 8 & 7 & 0 & 1 \\ 6 & -8 & 0 & -4 & 0 \end{pmatrix}^{-1} \begin{pmatrix} -0,15 \\ 0 \\ 0 \\ 40 \\ -28 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} -1 & 0 & 0 & -1 & 0 \\ 1 & 1 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 8 & 7 & 0 & 1 \\ 6 & -8 & 0 & -4 & 0 \end{pmatrix}^{-1} \cdot \begin{pmatrix} -\frac{3}{20} \\ 0 \\ 0 \\ 40 \\ -28 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 293 \\ -560 \\ 6207 \\ 2240 \\ 1007 \\ 448 \\ 377 \\ 560 \\ 4699 \\ 2240 \end{pmatrix}$$

Ответ:

$$I_1 = -0,523 \text{ A}$$

$$I_2 = 2,771 \text{ A}$$

$$I_3 = 2,248 \text{ A}$$

$$I_4 = 0,673 \text{ A}$$

$$I_5 = 2,098 \text{ A}$$

### За Расчет методом контурных токов

Дано:

$$J_6 = 0,15 \text{ A}$$

$$E_3 = 12 \text{ A}$$

$$E_2 = 28 \text{ A}$$

$$R_1 = 6 \text{ Ом}$$

$$R_2 = 8 \text{ Ом}$$

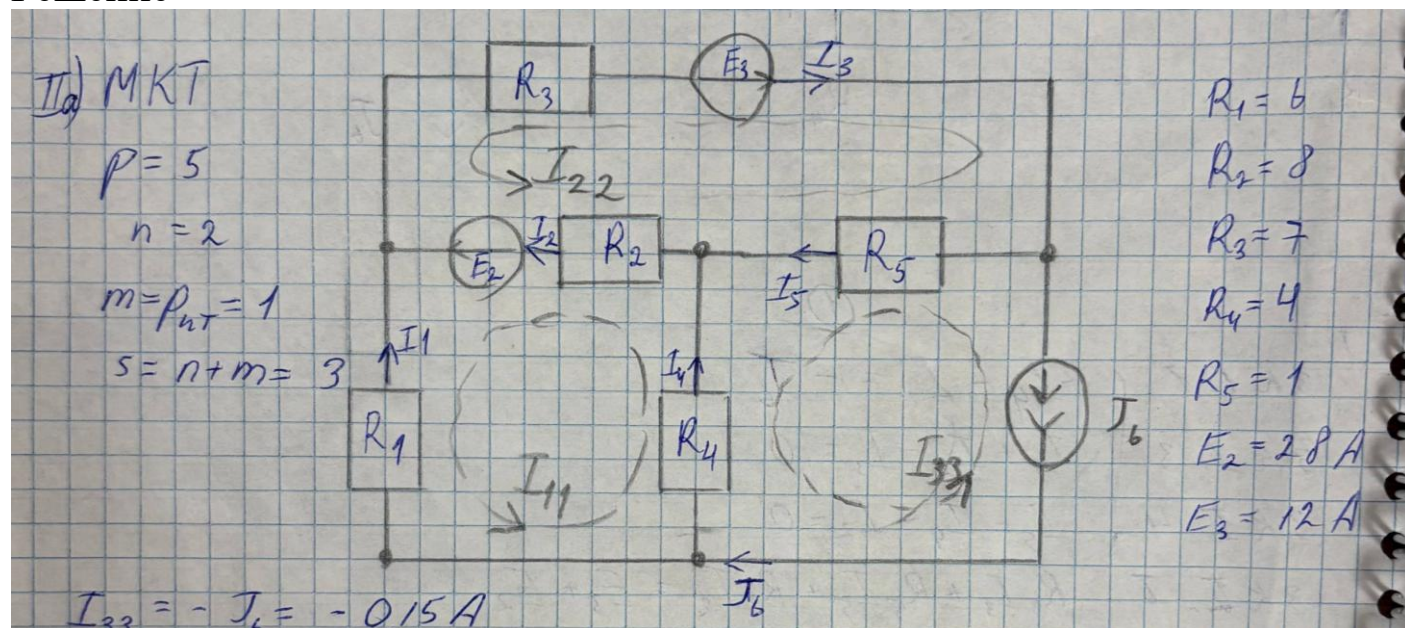
$$R_3 = 7 \text{ Ом}$$

$$R_4 = 4 \text{ Ом}$$

$$R_5 = 1 \text{ Ом}$$

Найти: значения всех неизвестных токов, используя МКТ.

Решение





$$I_{33} = -J_6 = -0,15 A$$

$J_6$

$$\begin{cases} R_{11} I_{11} + R_{12} I_{22} + R_{13} I_{33} = E_{11} \\ R_{12} I_{11} + R_{22} I_{22} + R_{23} I_{33} = E_{22} \end{cases}$$

$$\begin{cases} (R_4 + R_2 + R_1) I_{11} - R_2 I_{22} - R_4 I_{33} = E_2 \\ -(R_2) I_{11} + (R_2 + R_5 + R_3) I_{22} - R_5 I_{33} = -E_2 - E_3 \end{cases}$$

$$\begin{cases} 18 I_{11} - 8 I_{22} + 0,6 = 28 \\ -8 I_{11} + 16 I_{22} + 0,15 = -40 \end{cases}$$

$$\begin{cases} I_{11} = \frac{293}{560} = 0,523 \\ I_{22} = -\frac{1007}{448} = -2,248 \end{cases} \quad \begin{cases} I_1 = -I_{11} = -0,523 A \\ I_2 = I_{11} - I_{22} = 2,771 A \\ I_3 = -I_{22} = 2,248 A \\ I_4 = I_{11} - I_{33} = 0,673 A \\ I_5 = I_{33} - I_{22} = 2,098 A \end{cases}$$

Ответ:

$$I_1 = -0,523 A$$

$$I_2 = 2,771 A$$

$$I_3 = 2,248 A$$

$$I_4 = 0,673 A$$

$$I_5 = 2,098 A$$

### Ша Расчет методом эквивалентных преобразований

Дано:

$$J_6 = 0,15 A$$

$$E_3 = 12 A$$

$$E_2 = 28 A$$

$$R_1 = 6 \text{ Ом}$$

$$R_2 = 8 \text{ Ом}$$

$$R_3 = 7 \text{ Ом}$$

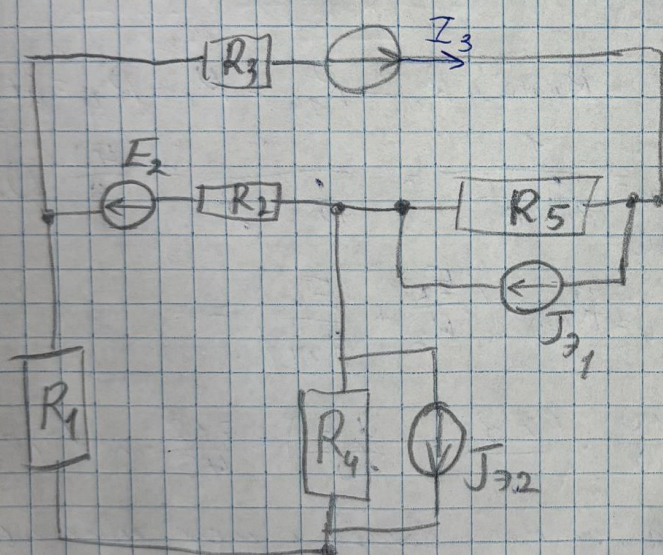
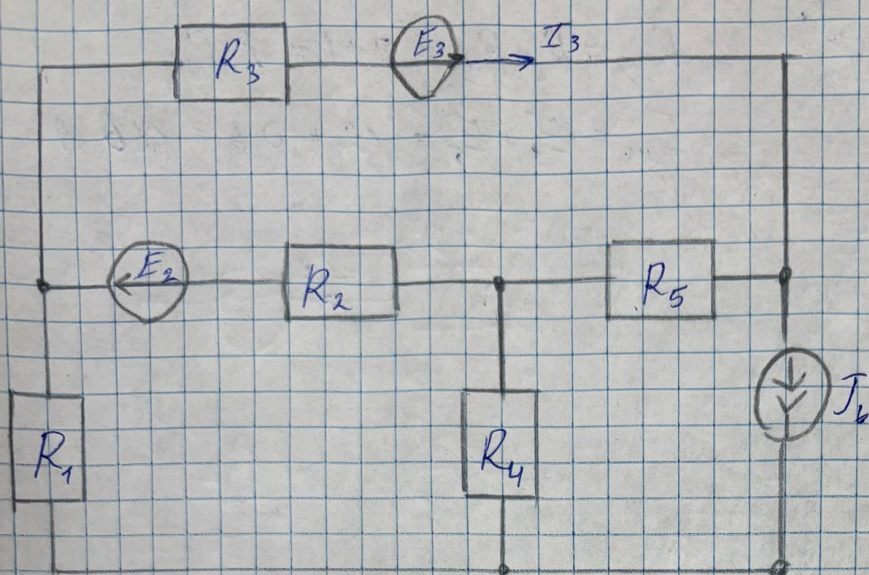
$$R_4 = 4 \text{ Ом}$$

$$R_5 = 1 \text{ Ом}$$

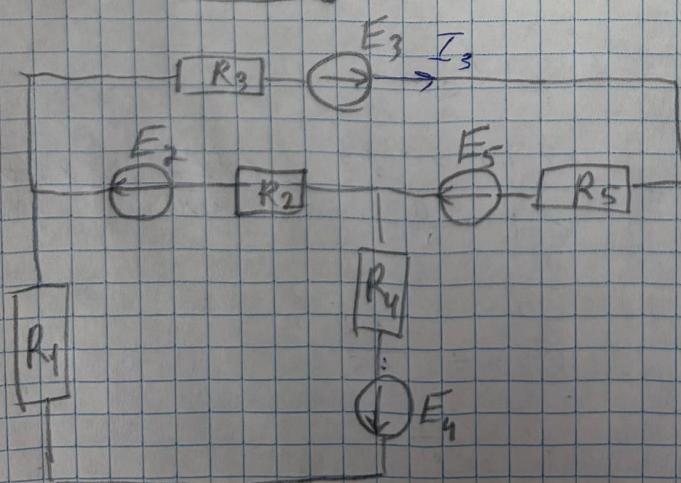
Найти:

Значение тока  $I_3$  используя МЭП





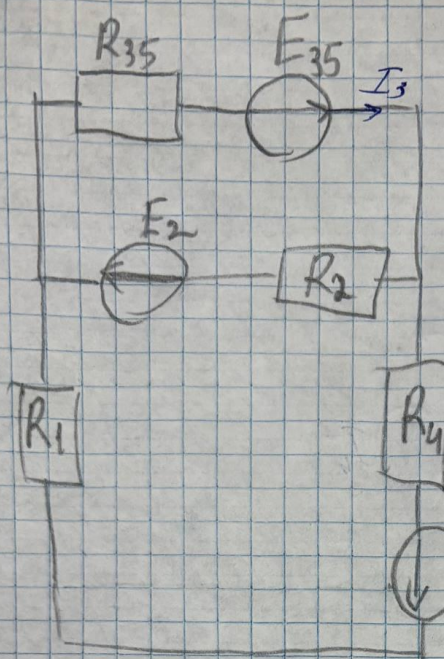
Расчет значения  $J_6$  на  $R_5$   $R_4$   
 $J_{31} = J_{32} = J_6 = 0,15 \text{ A}$



$E_5 = 1 \cdot 0,15$   
 $J_{31} \text{ на } R_5 \rightarrow E_5 \text{ на } R_5$   
 $E_5 = R_5 \cdot J_{31} = R_5 J_6 = 0,15 \text{ A}$

$J_{32} \parallel R_4 \rightarrow E_4 \text{ на } R_4$   
 $E_4 = R_4 \cdot J_{32} = R_4 J_6 = 4 \cdot 0,15 = 0,6 \text{ A}$

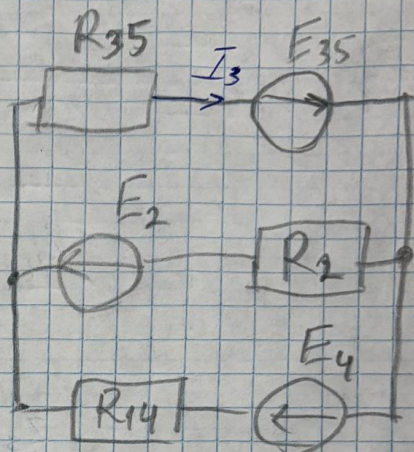




$$R_3 E_3 \parallel R_5 E_5 \text{ нод.} \rightarrow R_{35} E_{35}$$

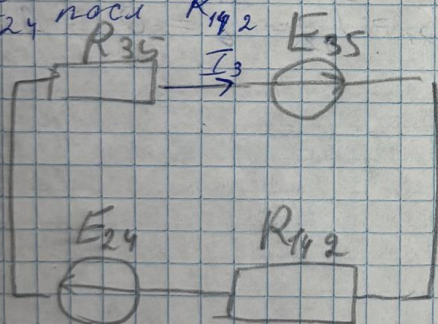
$$R_{35} = R_3 + R_5 = 7 + 1 = 8 \text{ Ом}$$

$$E_{35} = E_3 + E_5 = 12 + 0,6 = 12,6 \text{ A}$$



$$E_2 R_2 \parallel R_{14} E_4$$

$$\rightarrow E_{24} \text{ нод. } R_{142}$$



$$R_1 \text{ нод. } R_4 \rightarrow R_{14} = R_1 + R_4 = 6 + 4 = 10$$

$$R_{142} = \frac{1}{\frac{1}{R_{14}} + \frac{1}{R_2}} = \frac{1}{\frac{1}{10} + \frac{1}{8}} = \frac{40}{9} \text{ Ом}$$

$$E_{24} = R_{142} \cdot \left( \frac{E_2}{R_2} + \frac{E_4}{R_{14}} \right) =$$

$$= \frac{40}{9} \cdot \left( \frac{2,8}{8} + \frac{0,6}{10} \right) = \frac{712}{45} \approx 15,82 \text{ B}$$

Схема сведена к одноконтур, отгос. ветви с иск. током

$$3 \text{ К II } (R_{35} + R_{142}) I_3 = E_{35} + E_{24}$$

$$I_3 = \frac{E_{35} + E_{24}}{R_{35} + R_{142}} = \frac{12,6 + 15,82}{8 + \frac{40}{9}} = \frac{1827}{800} \approx 2,284 \text{ A}$$

$$\frac{12,6 + \frac{712}{45}}{8 + \frac{40}{9}}$$

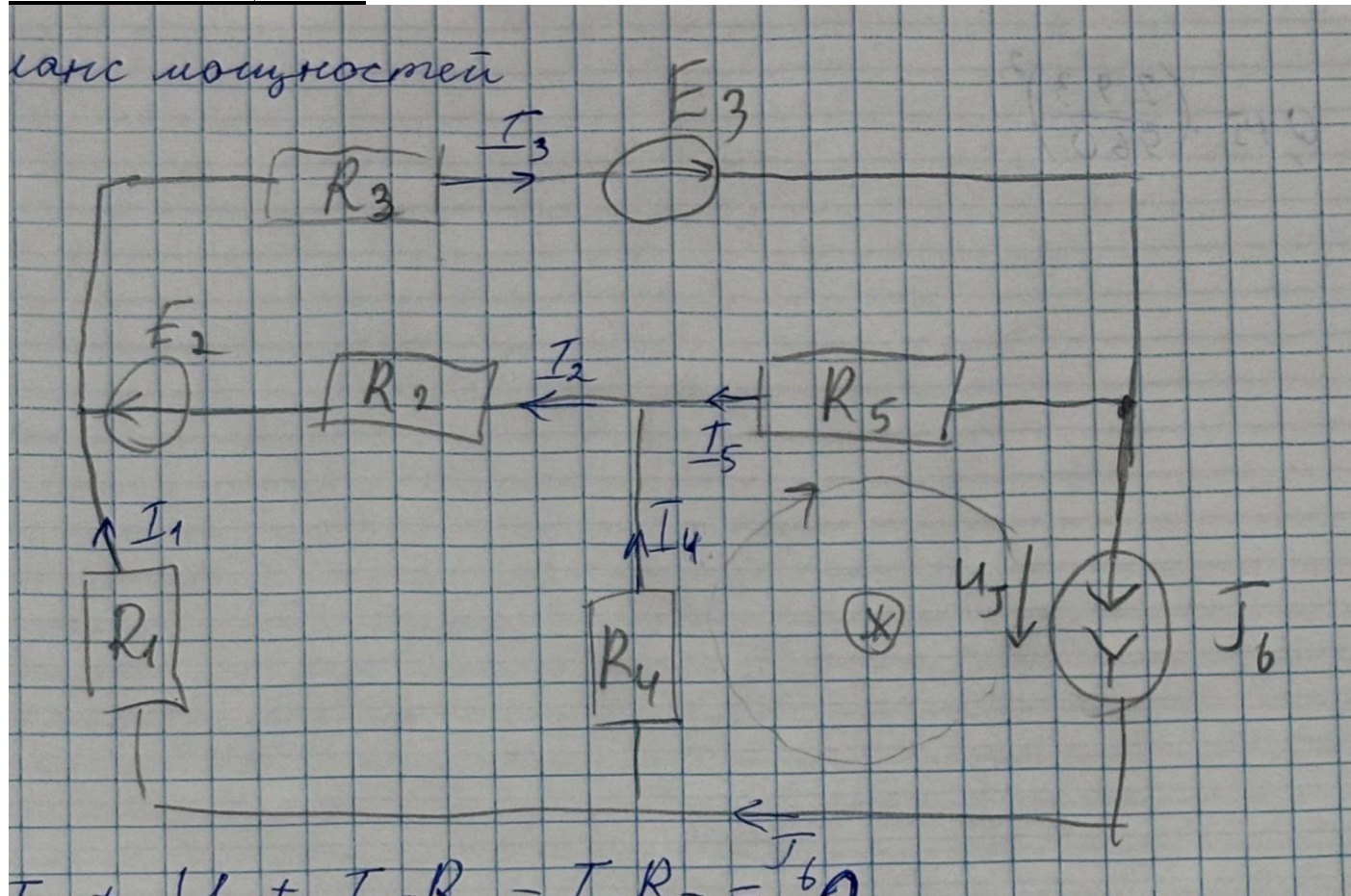
$$I_3 = \frac{1827}{800} = 2,284 \text{ A}$$

$$\left( 1 - \frac{2,248}{2,284} \right) * 100 = 1,576\%$$

Сила тока, рассчитанная данным методом, отличается от силы тока, полученной методом контурных токов на 1,5 %



#### IV Баланс мощностей



Дано:

$$J_6 = 0,15 \text{ A}$$

$$E_3 = 12 \text{ A}$$

$$E_2 = 28 \text{ A}$$

$$R_1 = 6 \text{ Ом}$$

$$R_2 = 8 \text{ Ом}$$

$$R_3 = 7 \text{ Ом}$$

$$R_4 = 4 \text{ Ом}$$

$$R_5 = 1 \text{ Ом}$$

$$I_1 = -0,523 \text{ A} = -\frac{293}{560} \text{ A}$$

$$I_2 = 2,771 \text{ A} = \frac{6207}{2240} \text{ A}$$

$$I_3 = 2,248 \text{ A} = \frac{1007}{448} \text{ A}$$

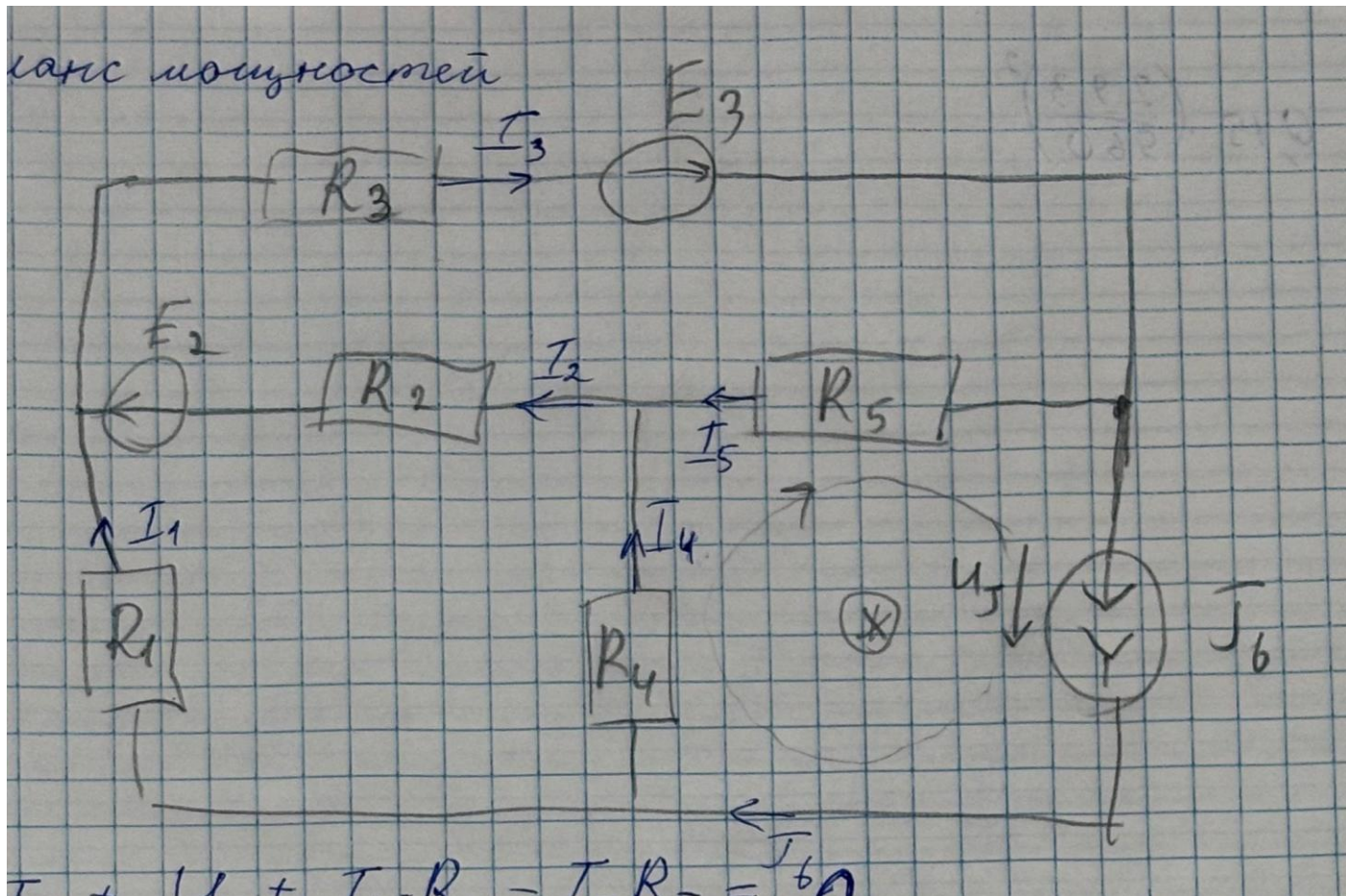
$$I_4 = 0,673 \text{ A} = \frac{377}{560} \text{ A}$$

$$I_5 = 2,098 \text{ A} = \frac{4699}{2240} \text{ A}$$



Найти: значение напряжения, приложенного к источнику тока; значения мощностей всех источников энергии, всех резистивных элементов, суммарной мощности источников цепи и суммарной мощности потребителей цепи.

Решение:



1) Для контура (\*):  $U_J + I_4 R_4 - I_5 R_5 = 0$

$$U_J = I_5 R_5 - I_4 R_4 = \left( \frac{4699}{2240} \right) * 1 - \left( \frac{377}{560} \right) * 4 = -\frac{1333}{2240} \text{ ВТ} = -0,595 \text{ ВТ}$$

2)  $P_{J_6} = U_J J_6 = \left( -\frac{1333}{2240} \right) 0,15 = -\frac{3999}{4480} \text{ ВТ} = -0,0892634 \text{ ВТ}$

$$P_{E_2} = E_2 I_2 = 28 * \left( \frac{6207}{2240} \right) = \frac{6207}{80} \text{ ВТ} = 77,5875 \text{ ВТ}$$

$$P_{E_3} = E_3 I_3 = 12 * \left( \frac{1007}{448} \right) = \frac{3012}{112} \text{ ВТ} = 26,973 \text{ ВТ}$$

$$P_{R_1} = R_1 I_1^2 = 6 * \left( -\frac{293}{560} \right)^2 = \frac{257547}{156800} \text{ ВТ} = 1,6425 \text{ ВТ}$$

$$P_{R_2} = R_2 I_2^2 = 8 * \left( \frac{6207}{2240} \right)^2 = \frac{38526859}{627200} \text{ ВТ} = 61,427 \text{ ВТ}$$

$$P_{R_3} = R_3 I_3^2 = 7 * \left( \frac{1007}{448} \right)^2 = \frac{1014049}{28672} \text{ Вт} = 35,367 \text{ Вт}$$

$$P_{R_4} = R_4 I_4^2 = 4 * \left( \frac{377}{560} \right)^2 = \frac{142129}{78400} \text{ Вт} = 1,813 \text{ Вт}$$

$$P_5 = R_4 I_4^2 = \left( \frac{4699}{2240} \right)^2 = \frac{22080601}{5017600} \text{ Вт} = 4,4 \text{ Вт}$$

$$3) P_{\Pi} = P_{J_6} + P_{E_2} + P_{E_3} = -\frac{3999}{4480} + \frac{6207}{80} + \frac{3012}{112} = \frac{26046597}{251440} \text{ Вт} = 103,58971 \text{ Вт}$$

$$P_{\Pi} = \sum_{i=1}^5 P_{R_i} = \frac{257547}{156800} + \frac{38526859}{627200} + \frac{1014049}{28672} + \frac{142129}{78400} + \frac{22080601}{5017600} =$$

$$= \frac{16409119}{156800} \text{ Вт} = 104,65 \text{ Вт}$$

$$\left( 1 - \frac{P_{\Pi}}{P_{\Pi}} \right) * 100 = 1,013\%$$

Мощность нагрузки отличается от мощности потребителя на 1%.

Баланс мощностей имеет место.

Ответ:

$$I_1 = -0,523 \text{ А}$$

$$I_2 = 2,771 \text{ А}$$

$$I_3 = 2,248 \text{ А}$$

$$I_4 = 0,673 \text{ А}$$

$$I_5 = 2,098 \text{ А}$$

$$P_{J_6} = -0,0892634 \text{ Вт}$$

$$P_{E_2} = 77,5875 \text{ Вт}$$

$$P_{E_3} = 26,973 \text{ Вт}$$

$$P_{R_1} = 1,6425 \text{ Вт}$$

$$P_{R_2} = 61,427 \text{ Вт}$$

$$P_{R_3} = 35,367 \text{ Вт}$$

$$P_{R_4} = 1,813 \text{ Вт}$$

$$P_5 = 4,4 \text{ Вт}$$

$$P_{\Pi} = 103,58971 \text{ Вт}$$

$$P_{\Pi} = 104,65 \text{ Вт}$$