**Министерство образования и науки Российской Федерации**

Бурятский государственный университет

Л.М. Макшанова

С.А. Бадмаева

Ж.П. Будаева

**Основы теории цепей**

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к расчетно-графической работе №1

**«Расчет линейной электрической цепи постоянного тока»**

**Улан-Удэ**

**2018**

Задание  рассчитано на освоение студентами основных методов расчета линейных электрических цепей постоянного тока.

**1.1   Постановка расчетно-графической работы №1**

Задана электрическая схема (рис.1). Исходные данные для схемы приведены в таблице 1.

Требуется:

1. Составить **систему уравнений** для расчета токов в ветвях на основании законов Кирхгофа (решать систему уравнений не следует).
2. Определить токи во всех  ветвях схемы с помощью **метода контурных токов.**
3. Определить токи во всех  ветвях схемы с помощью **метода узловых потенциалов.**
4. Определить ток в первой ветви, используя**метод эквивалентного генератора.**
5. Построить **потенциальную диаграмму** для любого замкнутого контура, включающего в себя несколько ЭДС.

**1.2   Порядок расчета**

**1.    Метод непосредственного применения законов Кирхгофа.**

* + Определяем число уравнений, составляемых по первому закону Кирхгофа по формуле **у-1**и по второму закону Кирхгофа по формуле **в-(у-1),**здесь и далее**у – число узлов, а   в– число ветвей;**
  + Выбираем направление токов в ветвях схемы (произвольно) и составляем систему уравнений по первому и второму законам Кирхгофа.

**2.     Метод контурных токов.**

* + Рассчитаем число уравнений, составляемых по второму закону Кирхгофа по формуле **в-(у-1);**
  + Выбираем в схеме направление контурных токов (произвольно) и записываем систему  уравнений, составленных по второму закону Кирхгофа относительно контурных токов;
  + Определяем токи в ветвях, выражая их через найденные контурные токи;
  + Правильность расчета проверяем по балансу мощностей.

**3.    Метод узловых потенциалов.**

* + На схеме устанавливаем нумерацию узлов (произвольно), заземляем последний узел, потенциал которого принимаем равным нулю;
  + Рассчитаем число уравнений, составляемых относительно потенциалов узлов по формуле**у-1;**
  + Составляем систему уравнений относительно**у-1**неизвестных потенциалов узлов;
  + Решаем полученную систему уравнений относительно потенциалов узлов;
  + Используя обобщенный закон Ома, находим токи в ветвях схемы;
  + Правильность расчета проверяем по балансу мощностей.

**4.    Метод эквивалентного генератора.**

* + Удаляем резистор первой ветви, а всю оставшуюся схему относительно разомкнутых зажимов принимаем за эквивалентный генератор;
  + Определяем входное сопротивление оставшейся схемы относительно разомкнутых зажимов, которое принимаем за сопротивление эквивалентного генератора;
  + Находим напряжение на разомкнутых зажимах оставшейся схемы, которое равно ЭДС эквивалентного генератора;
  + Рисуем схему эквивалентного генератора и подключаем к ней удаленный резистор;
  + По закону Ома находим ток первой ветви.

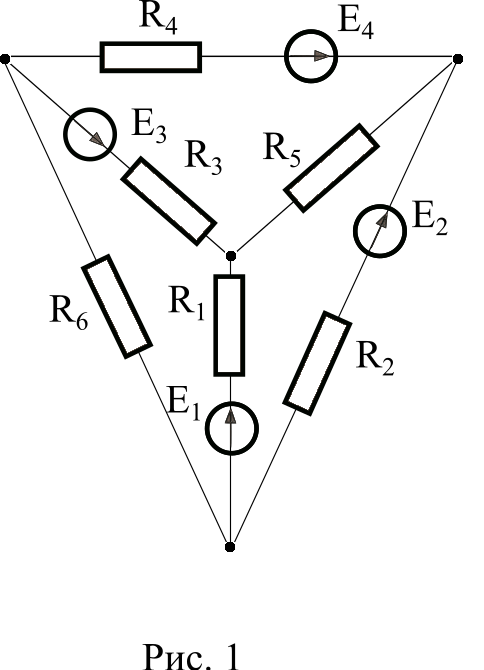
**5.    Потенциальная диаграмма.**

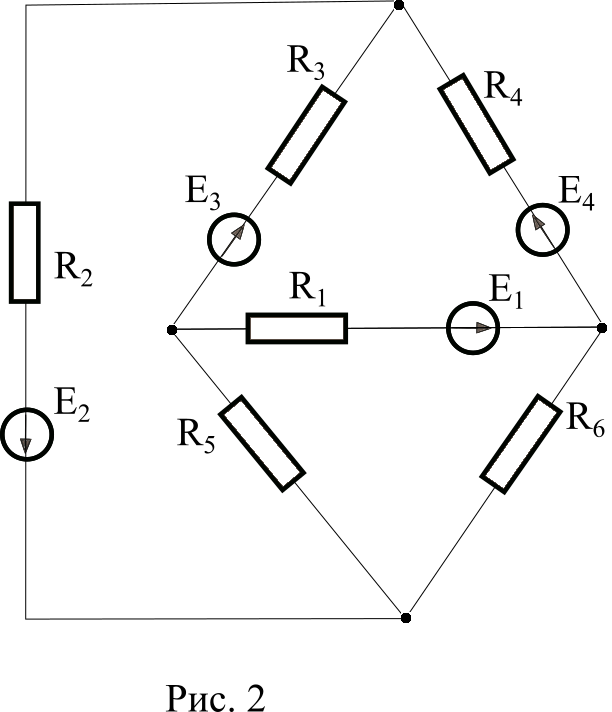
* + На схеме выбираем контур, после каждого элемента контура обозначаем точки (если они не обозначены);
  + Заземляем любую точку контура, потенциал которой принимаем равным нулю, определяем потенциалы остальных точек контура относительно заземленной по мере его обхода;
  + Для построения диаграммы на плоскости рисуем оси координат, где по оси ординат откладываем значения потенциалов точек, а по оси абсцисс – сопротивление контура по мере его обхода, затем соединяем обозначенные точки потенциалов прямыми линиями.

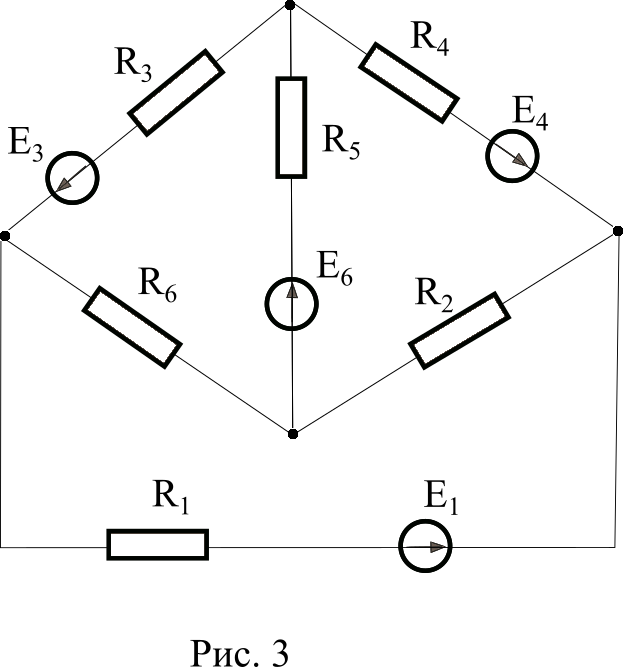
Таблица 1 - Варианты заданий расчетно-графической работы №1

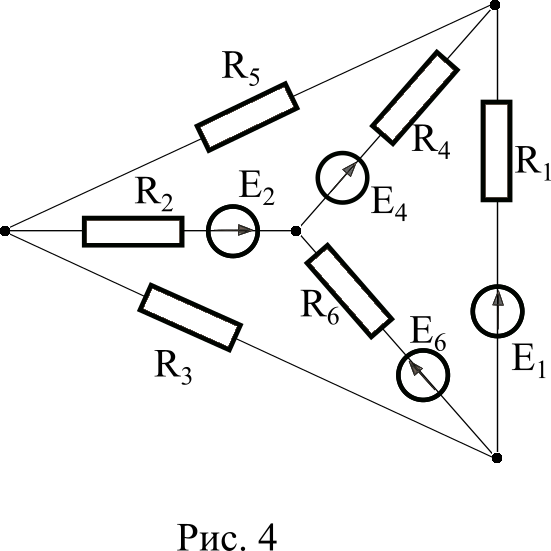
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№**  **Вар.** | **№ схе-мы** | **Е1** | **Е2** | **Е3** | **Е4** | **Е5** | **Е6** | **R1** | **R2** | **R3** | **R4** | **R5** | **R6** |
| **В** | **В** | **В** | **В** | **В** | **В** | **Ом** | **Ом** | **Ом** | **Ом** | **Ом** | **Ом** |
| 1 | 1 | 150 | 120 | 100 | 80 | - | - | 20 | 16 | 10 | 18 | 18 | 14 |
| 2 | 2 | 90 | 100 | 130 | 150 | - | - | 10 | 20 | 16 | 26 | 26 | 18 |
| 3 | 3 | 120 | - | 80 | 80 | 130 | - | 18 | 24 | 20 | 14 | 22 | 20 |
| 4 | 4 | 100 | 80 | - | 100 | 100 | - | 24 | 20 | 8 | 18 | 16 | 24 |
| 5 | 5 | 130 | 120 | 90 | 180 | - | - | 18 | 20 | 12 | 26 | 20 | 10 |
| 6 | 6 | 80 | 100 | 120 | - | - | 150 | 8 | 10 | 16 | 8 | 24 | 20 |
| 7 | 7 | - | 90 | 130 | - | 100 | 130 | 18 | 8 | 16 | 24 | 8 | 18 |
| 8 | 8 | - | 130 | 100 | - | 140 | 180 | 26 | 12 | 20 | 10 | 12 | 26 |
| 9 | 9 | 140 | 100 | 120 | - | - | 120 | 20 | 16 | 24 | 20 | 16 | 8 |
| 10 | 10 | 160 | 120 | 90 | - | 140 | - | 10 | 20 | 8 | 22 | 20 | 12 |
| 11 | 1 | 180 | 100 | 120 | 160 | - | - | 18 | 24 | 12 | 18 | 24 | 16 |
| 12 | 2 | 150 | 120 | 100 | 150 | - | - | 10 | 22 | 18 | 8 | 10 | 20 |
| 13 | 3 | 140 | - | 130 | 80 | 130 | - | 24 | 18 | 26 | 12 | 14 | 24 |
| 14 | 4 | 180 | 160 | - | 100 | 80 | - | 10 | 18 | 20 | 16 | 18 | 14 |
| 15 | 5 | 120 | 110 | 100 | 160 | - | - | 20 | 16 | 10 | 18 | 18 | 14 |
| 16 | 6 | 150 | 120 | 120 | - | - | 130 | 20 | 14 | 18 | 24 | 22 | 20 |
| 17 | 7 | - | 140 | 100 | - | 130 | 100 | 18 | 8 | 24 | 20 | 10 | 20 |
| 18 | 8 | - | 160 | 130 | - | 100 | 120 | 26 | 12 | 18 | 20 | 14 | 24 |
| 19 | 9 | 120 | 180 | 80 | - | - | 100 | 20 | 16 | 8 | 10 | 18 | 14 |
| 20 | 10 | 120 | 130 | 80 | - | 160 | - | 12 | 24 | 8 | 12 | 22 | 14 |
| 21 | 1 | 160 | 80 | 90 | 130 | - | - | 18 | 24 | 10 | 12 | 22 | 20 |
| 22 | 2 | 180 | 100 | 120 | 150 | - | - | 24 | 20 | 18 | 8 | 10 | 20 |
| 23 | 3 | 100 | - | 150 | 80 | 90 | - | 18 | 20 | 26 | 12 | 14 | 24 |
| 24 | 4 | 130 | 100 | - | 160 | 120 | - | 8 | 10 | 20 | 16 | 18 | 14 |
| 25 | 5 | 100 | 160 | 80 | 180 | - | - | 12 | 8 | 10 | 20 | 26 | 18 |
| 26 | 6 | 120 | 80 | 130 | - | - | 140 | 10 | 12 | 24 | 15 | 22 | 20 |
| 27 | 7 | - | 120 | 100 | - | 130 | 160 | 10 | 22 | 24 | 20 | 8 | 18 |
| 28 | 8 | - | 140 | 120 | - | 100 | 180 | 24 | 18 | 18 | 20 | 12 | 26 |
| 29 | 9 | 100 | 160 | 90 | - | - | 150 | 10 | 18 | 8 | 10 | 16 | 8 |
| 30 | 10 | 120 | 180 | 120 | - | 100 | - | 16 | 26 | 12 | 8 | 20 | 12 |
| 31 | 1 | 140 | 150 | 100 | 90 | - | - | 20 | 14 | 10 | 12 | 24 | 16 |
| 32 | 2 | 160 | 130 | 130 | 150 | - | - | 24 | 20 | 8 | 18 | 16 | 24 |
| 33 | 3 | 180 | - | 80 | 80 | 90 | - | 18 | 20 | 12 | 26 | 20 | 10 |
| 34 | 4 | 150 | 120 | - | 100 | 120 | - | 8 | 10 | 16 | 8 | 24 | 20 |
| 35 | 5 | 120 | 110 | 100 | 160 | - | - | 20 | 16 | 10 | 18 | 18 | 14 |
| 36 | 6 | 90 | 110 | 130 | - | - | 160 | 10 | 10 | 18 | 10 | 24 | 20 |
| 37 | 7 | - | 100 | 120 | - | 110 | 120 | 20 | 10 | 20 | 20 | 10 | 18 |
| 38 | 8 | - | 120 | 130 | - | 100 | 180 | 16 | 26 | 20 | 12 | 26 | 18 |
| 39 | 9 | 120 | 100 | 80 | - | - | 150 | 20 | 14 | 24 | 16 | 22 | 20 |
| 40 | 10 | 180 | 100 | 120 | - | 160 | - | 26 | 12 | 24 | 18 | 14 | 24 |

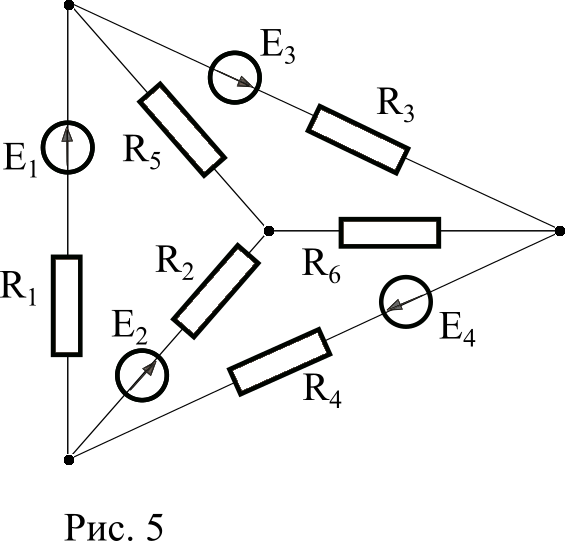
**Схемы**

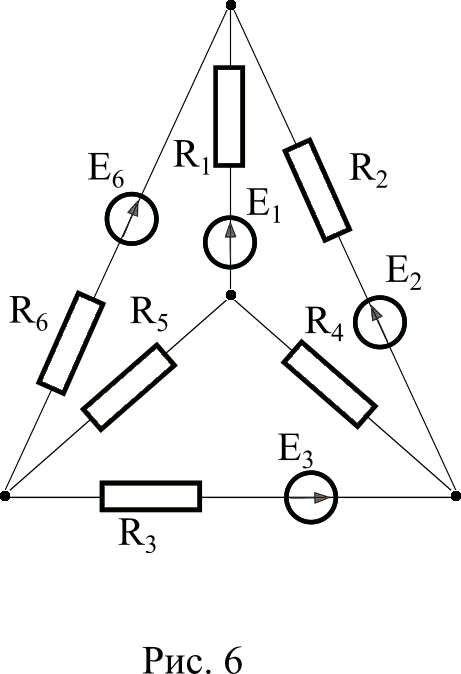


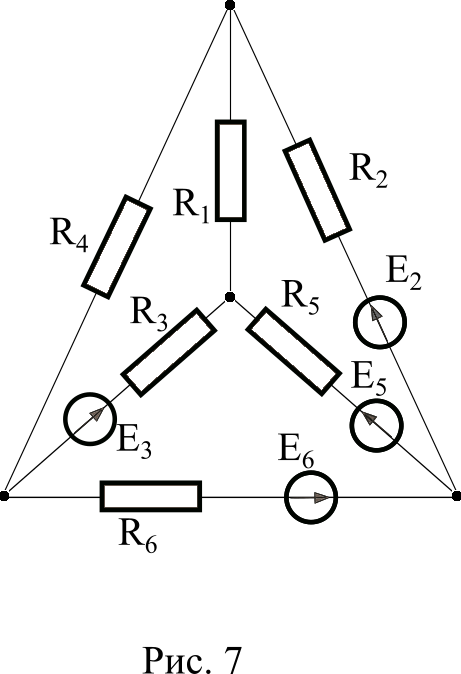


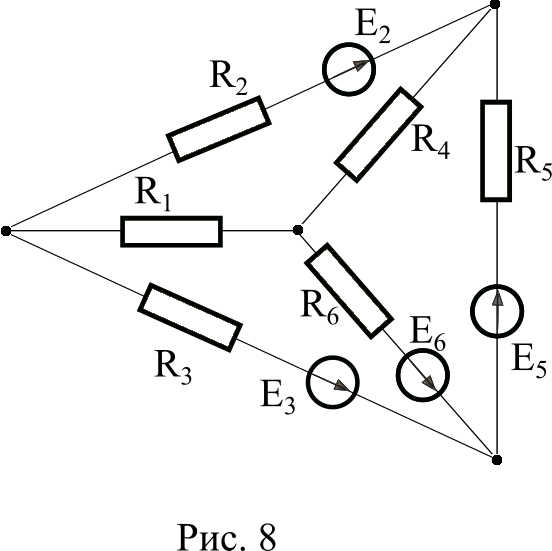


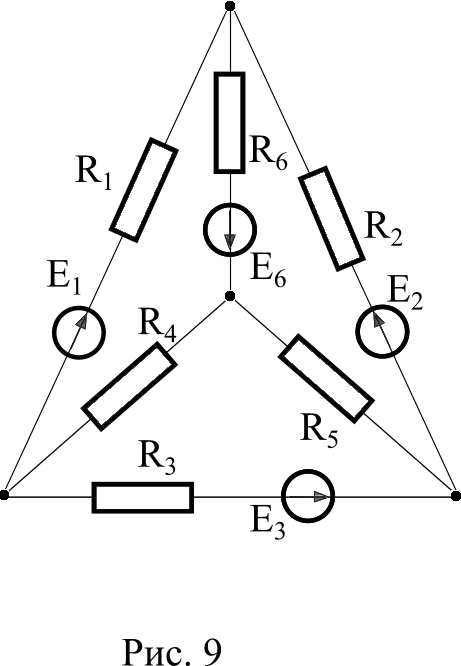


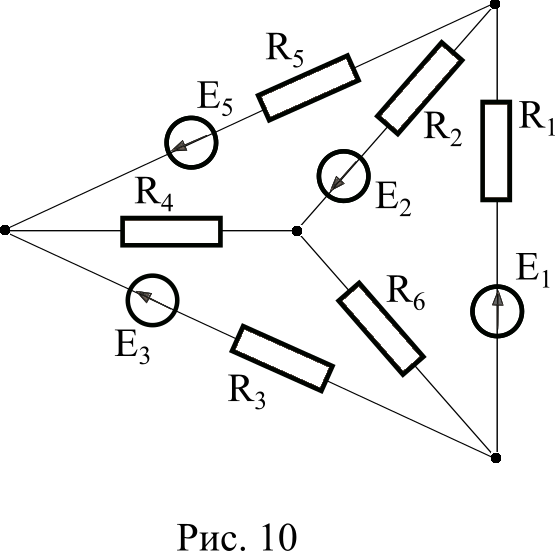












МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

"Бурятский государственный университет"

**Физико-технический факультет**

**Кафедра ВТ и информатики**

Основы теории цепей

Расчетно-графическая работа №1

По теме: "Расчет линейной электрической цепи

постоянного тока"

                                                                  Проверила: Макшанова Л. М.

Выполнила: студентка группы

06640 Будаева Ж.П.

Улан-Удэ

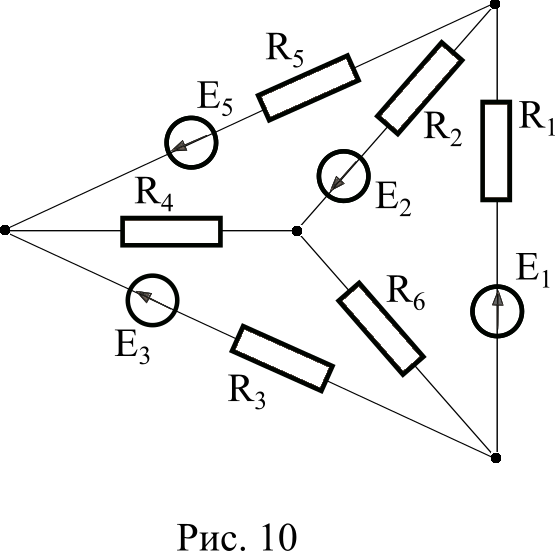
2018

**Вариант №20**

**Расчетно-графическая работа № 1**

«Расчет линейной электрической цепи постоянного тока»

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№**  **Вар.** | **№ схе-мы** | **Е1** | **Е2** | **Е3** | **Е4** | **Е5** | **Е6** | **R1** | **R2** | **R3** | **R4** | **R5** | **R6** |
| **В** | **В** | **В** | **В** | **В** | **В** | **Ом** | **Ом** | **Ом** | **Ом** | **Ом** | **Ом** |
| 20 | 10 | 140 | 150 | 100 | - | 180 | - | 10 | 20 | 12 | 8 | 26 | 18 |



1)  **Решение методом непосредственного применения законов Кирхгофа.**

N(y)=4 - число узлов

N(в)=6 - число ветвей

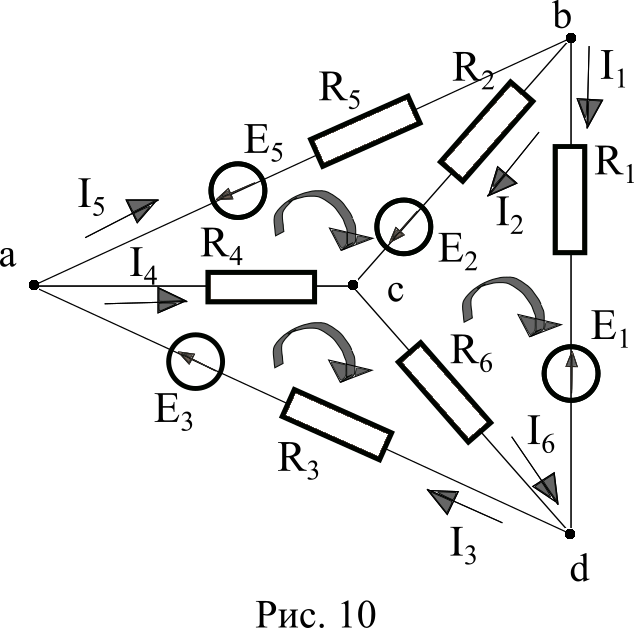
Определяем число уравнений, составляемых по первому закону Кирхгофа по формуле:

N(1)=N(y)-1=4-1=3

Определяем число уравнений, составляемых по второму закону Кирхгофа по формуле:

N(2)=N(в)-(N(y)-1)=6-(4-1)=3

Выбираем направление токов в ветвях схемы и обхода контуров произвольно и составляем систему уравнений:



а.  I3-I4-I5=0                                       E2-E5=R5\*I5+R2\*I2-R4\*I4

b.  I5-I2-I1=0                                      -E2-E1= -R2\*I2+R1-I1-R6\*I6

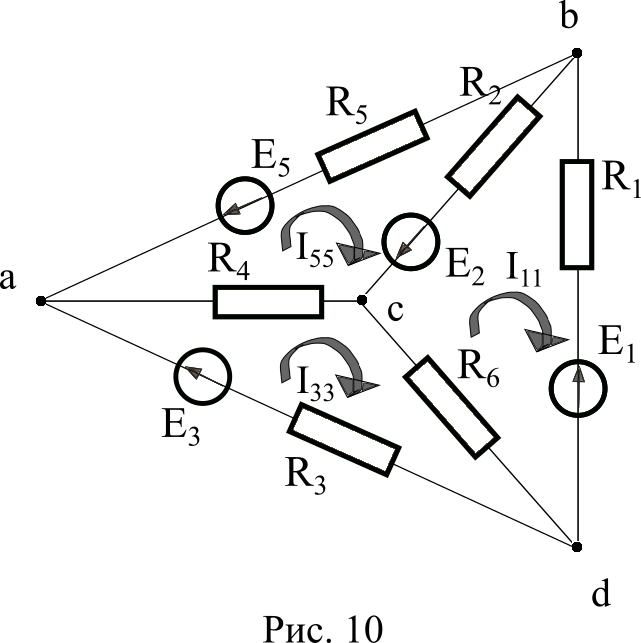
d.  I1+I6-I3=0                                      E3= R3\*I3+R4\*I4+R6\*I6

2)  **Решение методом** **контурных токов**

Определяем число уравнений, составляемых по второму закону Кирхгофа по формуле:

N(2)=N(в)-(N(y)-1)=6-(4-1)=3

Выбираем в схеме направление контурных токов и обхода контуров произвольно:



Записываем систему уравнений, составленных по второму закону Кирхгофа относительно контурных токов:

     I55\*(R5+R2+R4)-I11\*R2-I33\*R4=E2-E5

I33\*(R3+R4+R6)-I55\*R4-I11\*R6=E3

      I11\*(R1+R2+R6)-I55\*R2-I33\*R6=-E1-E2

Подставляем в систему их уравнений числовые значения:

I55\*(26+20+8)-I11\*20-I33\*8=150-180

                                     I33\*(12+8+18)-I55\*8-I11\*18=100

      I11\*(10+20+18)-I55\*20-I33\*18=-140-150

Вычисляем коэффициенты:

                                     54\*I55-20\*I11 -8\*I33=-30

                                     38\*I33-8\*I55-18\*I11=100

                                     48\*I11-20\*I55-18\*I33=-290

Сортируем по индексу:

                                     -20\*I11-8\*I33 +54\*I55=-30

                                     -18\*I11+38\*I33-8\*I55=100

                                     48\*I11-18\*I33-20\*I55=-290

Решаем систему уравнений методом Крамера:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | -20 | -8 | 54 |  |
| Главный определитель: ∆ = | -18 | 38 | -8 | = - 56968 |
|  | 48 | -18 | -20 |  |
|  |  |  |  |  |
|  | -30 | -8 | 54 |  |
| 1 определитель: ∆11 = | 100 | 38 | -8 | = 490440 |
|  | -290 | -18 | -20 |  |
|  |  |  |  |  |
|  | -20 | -30 | 54 |  |
| 2 определитель: ∆33 = | -18 | 100 | -8 | = 131400 |
|  | 48 | -290 | -20 |  |
|  |  |  |  |  |
|  | -20 | -8 | -30 |  |
| 3 определитель: ∆55 = | -18 | 38 | 100 | = 2327600 |
|  | 48 | -18 | -290 |  |

  I11= ∆11/∆ = 490440 /-56968 = -8,609 А (Меняем направление тока на противоположное)

I33= ∆33/∆ = 131400 /-56968 = -2,307 А (Меняем направление тока на противоположное)

I55= ∆55/∆ = 2327600 /-56968 = -4,086 А(Меняем направление тока на противоположное)

Находим токи:            I1= I11= 8,609 А

I3= I33= 2,307 А

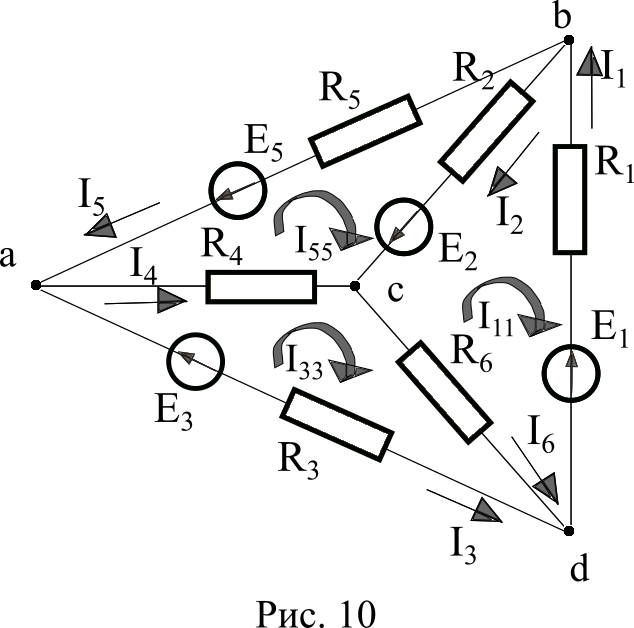
I5= I55= 4,086 А

I2= I1– I5= 8,609  – 4,086 = 4,523 А

I4= I5– I3= 4,086 - 2,307 = 1,779 А

I6= I1– I3= 8,609 – 2,307 = 6,302 А

Получаем следующую схему:



В узле «с» проверяем силу тока по 1-му закону Кирхгофа:

I6= I4+ I2

6,302 = 1,779 +4,523

**Проверка баланса мощностей**

**для метода контурных токов**

**P**(нагрузки)=∑**I**(i)^2\***R**(i)

**P**(эдс) =∑**E**(i)\***I**(i)

**P**(нагрузки)=8,6092\*10+4,5232\*20+2,3072\*12+1,7792\*8+4,0862\*26+6,3022\*18=2388,439 Вт

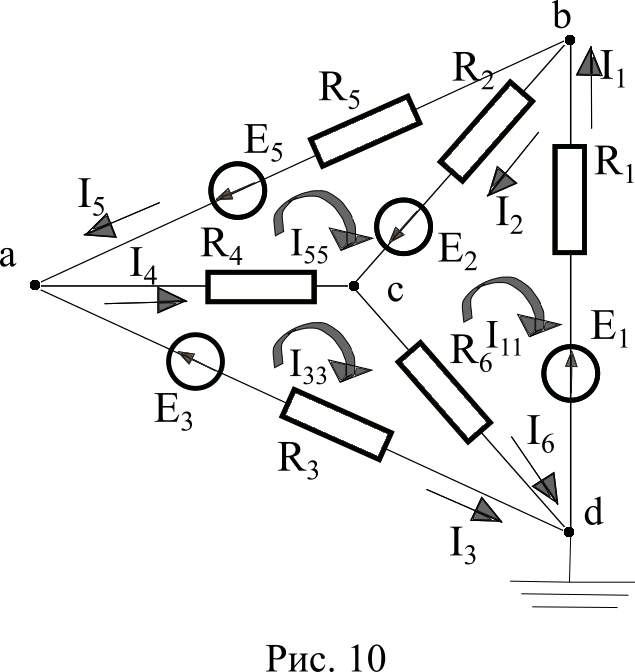
**P**(эдс) = 140\*8,607+150\* 4,523 - 100\*2,307+180\* 4,086 = 2388,49 Вт

**P**(нагрузки) = **P**(эдс) – проверка прошла удачно.

**3) Решение методом узловых потенциалов**

Заземляем узел «d», потенциал которого принимаем равным нулю:

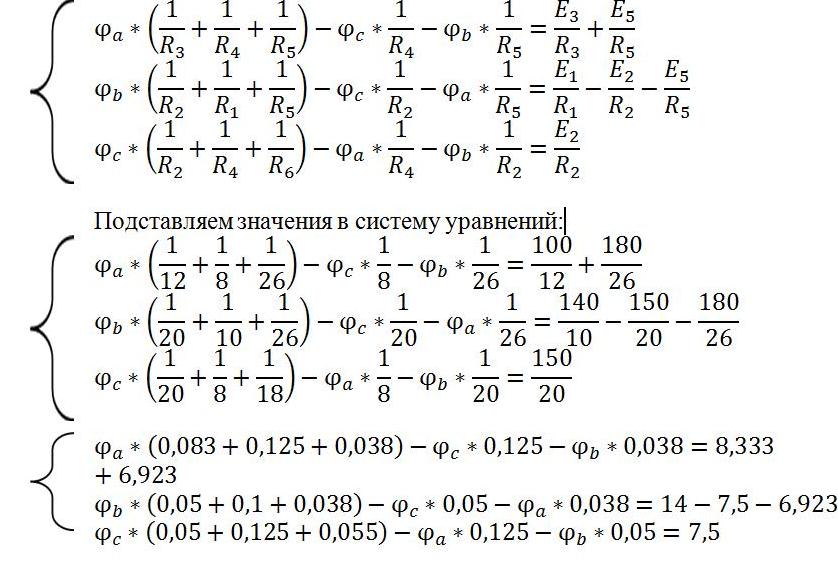
φd=0;

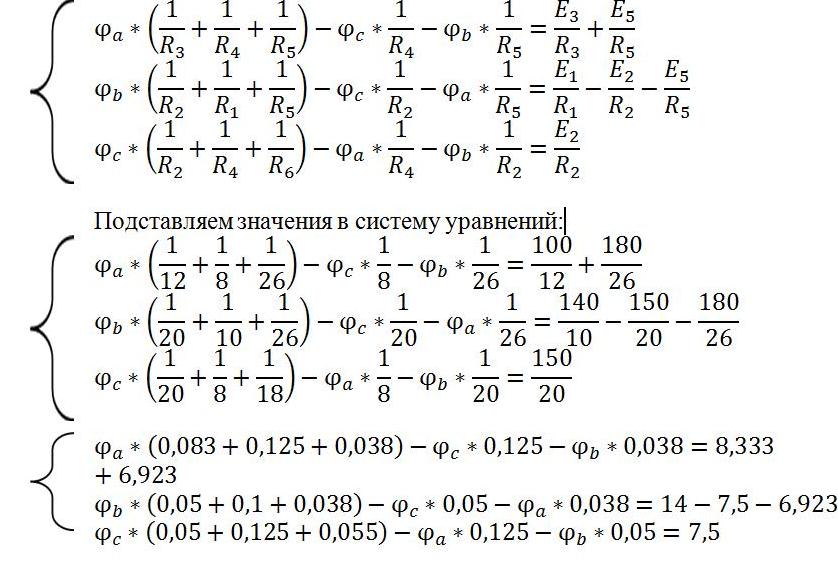


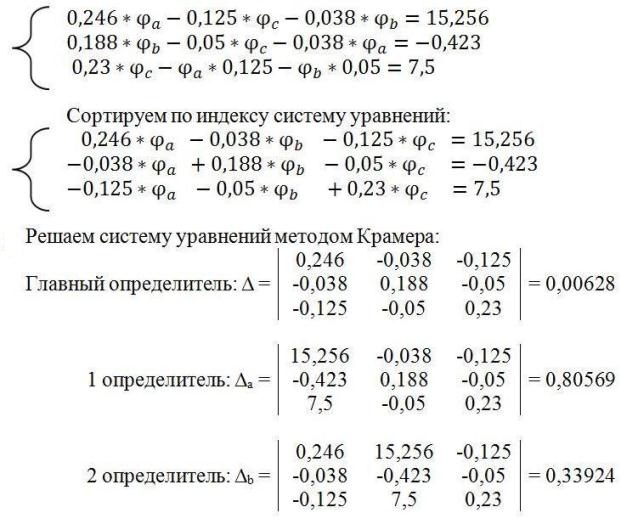
Определяем число уравнений, составляемых относительно потенциалов узлов по формуле **у-1:**

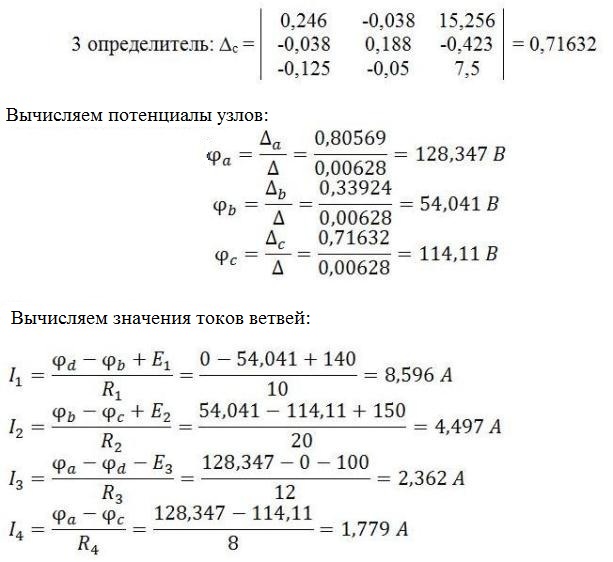
**4 -1= 3** число уравнений.

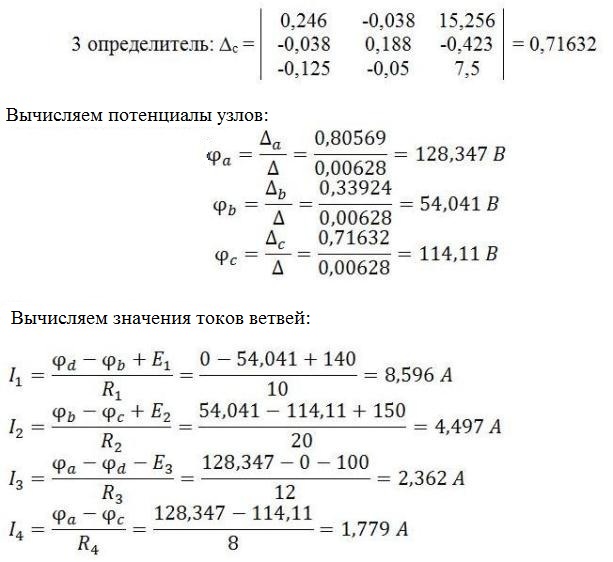
Составляем систему уравнений:

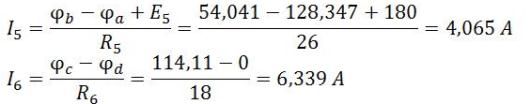












**Проверка баланса мощностей**

**для метода узловых потенциалов**

**P**(нагрузки)=∑**I**(i)^2\***R**(i)

**P**(эдс) =∑**E**(i)\***I**(i)

**P**(нагрузки)=8,5962\*10+4,4972\*20+2,3622\*12+1,7792\*8+4,0652\*26+6,3392\*18=2388,562 Вт

**P**(эдс) = 140\*8,596+150\* 4,497 - 100\*2,362+180\* 4,065 = 2373,49 Вт

**P**(нагрузки) = **P**(эдс) – проверка прошла удачно.

4)  **Решение методом эквивалентного генератора.**

Удаляем резистор первой ветви, а всю оставшуюся схему относительно разомкнутых зажимов принимаем за эквивалентный генератор:

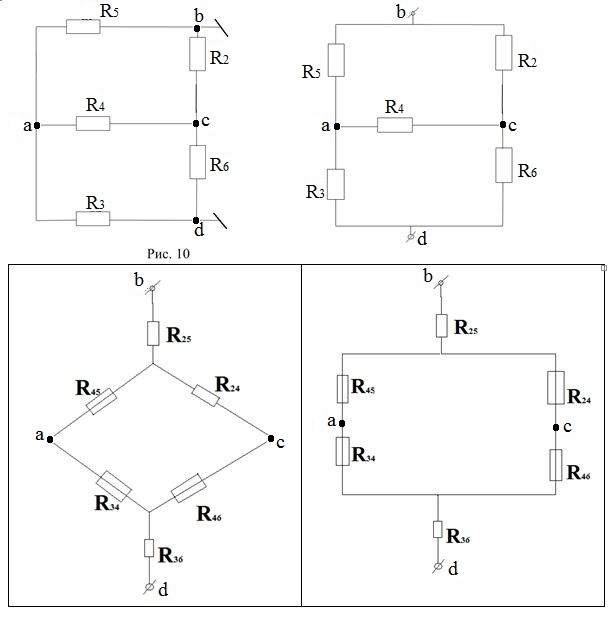
|  |  |
| --- | --- |
| C:\Users\Пользователь\Documents\Дугарма\Дипломная работа\Дисциплина Основы терии цепей\public_html\user-images\4_shema_udalenie_1_vetvi.jpg | C:\Users\Пользователь\Documents\Дугарма\Дипломная работа\Дисциплина Основы терии цепей\public_html\user-images\4_ekvivaletnaya_shema.jpg |

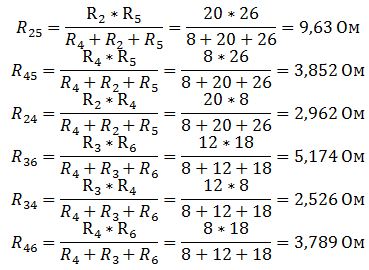
Еэкв= Uxx

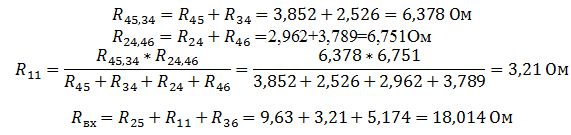
где Uxx– напряжение холостого хода

      Еэкв - ЭДС эквивалентного генератора

Определяем входное сопротивление Rвх оставшейся схемы относительно разомкнутых зажимов, которое принимаем за сопротивление эквивалентного генератора:

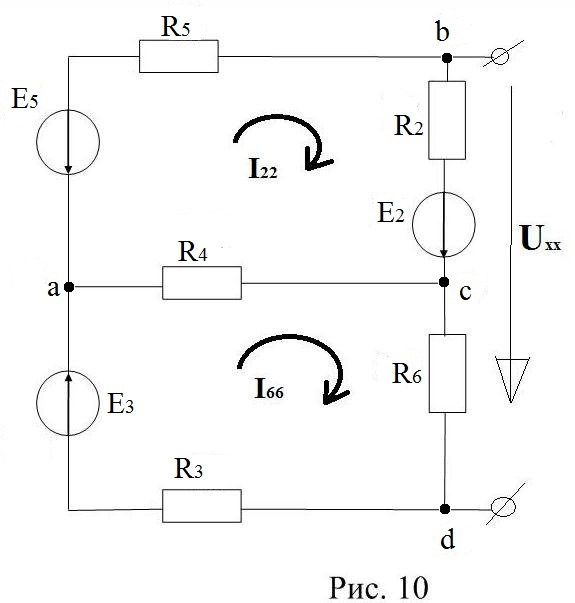






Входное сопротивление Rвх= 18,014 Ом

 Находим напряжение Uxx на разомкнутых зажимах оставшейся схемы, которое равно ЭДС эквивалентного генератора:



Записываем систему их уравнений, составленных по второму закону Кирхгофа относительно контурных токов:

I22\*(R5+R2+R4) -I66\*R4=E2-E5

I66\*(R3+R4+R6)-I22\*R4 =E3

I22\*(26+20+8) -I66\*8=150-180

    I66\*(12+8+18)-I22\*8 =100

  54\*I22 –  8\*I66= -30

    -8\* I22 +38\* I66 =100

Решаем систему уравнений методом Крамера:

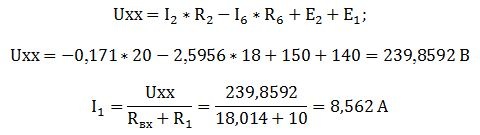
|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Главный определитель: ∆= | 54 | -8 | = 1988 |
|  | -8 | 38 |  |
|  |  |  |  |
| 1 определитель: ∆22 = | -30 | -8 | = -340 |
|  | 100 | 38 |  |
|  |  |  |  |
| 2 определитель: ∆66 = | 54 | -30 | = 5160 |
|  | -8 | 100 |  |

  I22= ∆22/∆ = (-340) /1988 = -0,171 А (Меняем направление тока на противоположное)

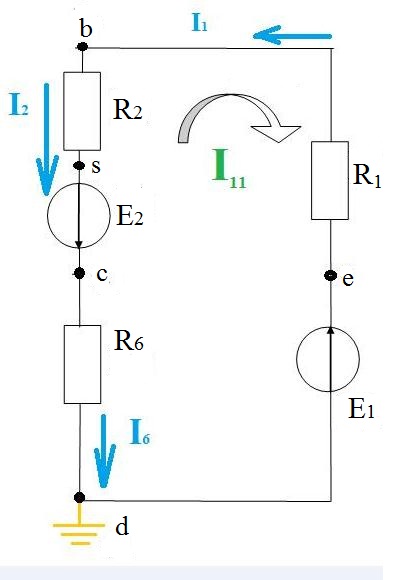
I66= ∆66/∆ = 5160 /1988 = 2,5956 А

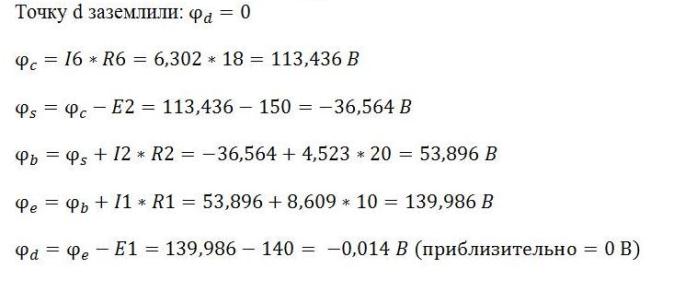
I22= I2

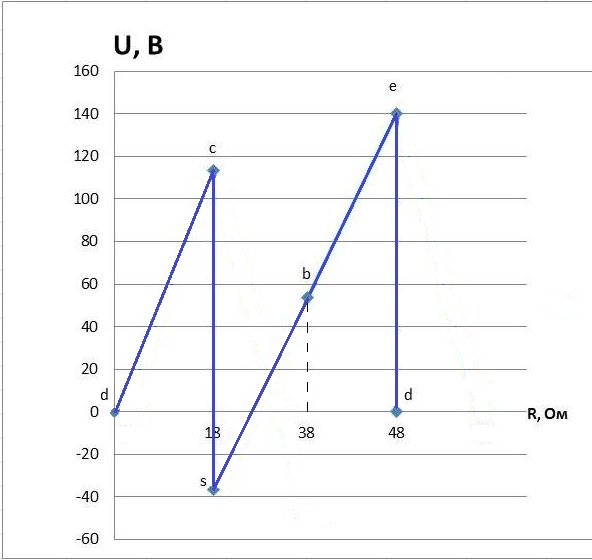
I66= I6



5)  **Потенциальная диаграмма.**







**Таблица значений токов ветвей по методам МКТ, МУП и МЭГ:**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № | МКТ | МУП | МЭГ |
| I1 | 8,609 A | 8,569 A | 8,562 А |
| I2 | 4,523 A | 4,497 A | **---** |
| I3 | 2,307 A | 2,362 A | **---** |
| I4 | 1,779 A | 1,779 A | **---** |
| I5 | 4,086 А | 4,065 A | **---** |
| I6 | 6,302 A | 6,339 A | **---** |

**Вывод:**Проведенный расчёт методами контурных токов, узловых потенциалов и эквивалентного генератора электрической цепи постоянного тока значения совпадают в пределах относительной ошибки (<1%).

Контрольный тест

**Вопрос 1: Сила тока на участке цепи…**

 Прямо пропорциональна напряжению  
 Прямо пропорциональна напряжению и его сопротивлению  
 Обратно пропорциональна напряжению  
 Обратно пропорциональна напряжению и его сопротивлению

**Вопрос 2: Электрическое напряжение измеряется в…**

 Амперах  
 Омах  
 Вольтах  
 Джоулях

**Вопрос 3: Как сила тока на участке цепи зависит от его сопротивления?**

 Она прямо пропорциональна сопротивлению на участке цепи  
 Сила тока на участке цепи обратно пропорциональна сопротивлению  
 Чем меньше сопротивление, тем меньше сила тока  
 Она не зависит от сопротивления

**Вопрос 4: Алгебраическая сумма тока в узле равно...**

 0  
 1  
 2  
 3

**Вопрос 5: Укажите правильную формулировку 2-го закона Кирхгофа для цепей постоянного тока**

 Для любого замкнутого контура алгебраическая сумма Э.Д.С. равняется алгебраической сумме токов на всех элементах контура  
 В любой электрической цепи алгебраическая сумма Э.Д.С. равняется алгебраической сумме падений напряжений на всех элементах цепи  
 Для любого замкнутого контура алгебраическая сумма токов во всех ветвях равняется алгебраической сумме падений напряжений на всех элементах контура  
 Для любого замкнутого контура алгебраическая сумма Э.Д.С. равняется алгебраической сумме падений напряжений на всех элементах контура

**Вопрос 6: При расчете методом контурных токов полагают, что в каждом независимом контуре течет...**

 Свое контурное напряжение  
 Свое контурное сопротивление  
 Свой контурный ток  
 ЭДС

**Вопрос 7: Как составляют уравнения, при расчете методом контурных токов?**

 Относительно сопротивлений  
 Относительно контурных токов  
 Относительно контурных напряжений  
 Относительно ЭДС

**Вопрос 8: Что принимают за искомые, при расчете методом контурных токов?**

 Контурные токи  
 Контурное напряжение  
 ЭДС  
 Токи ветвей

**Вопрос 9: Чему равно число неизвестных в методе контурных токов?**

 Числу ветвей  
 Числу ЭДС  
 Числу узлов  
 Числу уравнений

**Вопрос 10: По какому закону записывают уравнения, при расчете методом контурных токов?**

 По закону Ома  
 По I закону Кирхгофа  
 По II закону Кирхгофа  
 По I закону и по II закону Кирхгофа

**Вопрос 11: По какому закону составляют уравнения, при расчете методом узловых потенциалов?**

 Только по закону Ома  
 Только по I закону Кирхгофа  
 Только по II закону Кирхгофа  
 По I закону Кирхгофа и по закону Ома

**Вопрос 12: Сколько базовых узлов с нулевым потенциалом в методе узловых потенциалов?**

 0  
 1  
 2  
 3

**Вопрос 13: По какому закону составляют уравнения для нахождения токов в ветвях, при расчете методом узовых потенциалов?**

 По закону Ома  
 По I закону Кирхгофа  
 По II закону Кирхгофа  
 По I закону и по II закону Кирхгофа

**Вопрос 14: При расчете методом узловых потенциалов, потенциал одного из узлов цепи принимается равным...**

 0  
 1  
 2  
 3

**Вопрос 15: Что принимают за неизвестные, при расчете методом узловых потенциалов?**

 Напряжения  
 Потенциалы узлов  
 Сопротивления  
 Сила тока

**Вопрос 16: Сколько ветвей выделяет метод эквивалентного генератора?**

 0  
 1  
 2  
 3

**Вопрос 17: Что является искомым в методе эквивалентного генератора?**

 Потенциал  
 Напряжение  
 Ток  
 ЭДС

**Вопрос 18: Что называют эквивалентным генератором?**

 Часть цепи, в которую входит базовый узел с нулевым потенциалом  
 Часть цепи, в которую входит максимальная сила тока  
 Часть цепи, в которую входит максимальное число узлов  
 Часть цепи, в которую входит источник ЭДС

**Вопрос 19: Потенциальная диаграмма - это...**

 Графическое изображение распределения электрического потенциала вдоль замкнутого контура в зависимости от напряжения участков, входящих в выбранный контур.  
 Графическое изображение распределения электрического потенциала вдоль замкнутого контура в зависимости от силы тока участков, входящих в выбранный контур.  
 Графическое изображение распределения электрического потенциала вдоль замкнутого контура в зависимости от сопротивления участков, входящих в выбранный контур.  
 Графическое изображение распределения электрического потенциала вдоль замкнутого контура в зависимости от ЭДС участков, входящих в выбранный контур.

**Вопрос 20: Сколько мощности потребляет приемники в электрической цепи, если источник ЭДС отдаёт 100 Вт?**

 10  
 50  
 100  
 150

**Литература**

1.    Атабеков, Г. И. Основы теории цепей: учебник / Г. И. Атабеков. — СПб.: Лань, 2006. —420 с.

2.     Баскаков, С.И. Радиотехнические цепи и сигналы / С.И. Баскаков. – М. : Высшая школа, 1983. – 536 с.

3.     Бессонов, Л. А. Теоретические основы электротехники. Электрические цепи. / Л.А. Бессонов. – М.: Высшая школа, 1990. – 559 с.

4.     Гоноровский, И.С. Радиотехнические цепи и сигналы / И.С. Гоноровский. – М. : Радио и связь, 1986. – 512 с.

5.     Дондоков, Д. Д. Электротехника: учеб. пособие для вузов / Д. Д. Дондоков; М-во образования и науки Рос. Федерации, Бурят. гос. ун-т. —Улан-Удэ: Изд-во Бурят. ун-та, 2004. -252 с.

6.    Касаткин, А. С. Электротехника: учебник для неэлектротехн. спец. вузов / А. С. Касаткин, М. В. Немцов. - 10-е изд., стер. - М.: Академия, 2007. - 532 с.

7.    Матханов, П.Н. Основы анализа электрических цепей / П.Н. Матханов. – М. : Высшая школа, 1972. – 336 с.

8.    Попов, В.П. Основы теории цепей : учебник для вузов / В.П. Попов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : Высшая школа, 2006. – 575 с.

9.     Шебес, М.Р. Задачник по теории линейных электрических цепей / М.Р. Шебес. – М. : Высшая школа, 1990. – 488 с.

10.    Электротехника и электроника: учебное пособие для вузов / В. В. Кононенко [и др.] ; под ред. В. В. Кононенко. - Изд. 4-е. - Ростов-на-Дону : Феникс, 2008. - 777 с.

11.                        Основы теории цепей. Практический курс: учеб. пособие / Литвинов Б.В. и др. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2011. – 347 с.

12.                         Теория линейных электрических цепей / Е.П. Афанасьев, О.Е. Гольдин, И.Г. Кляцкин, Г.Я. Пинес. – М. : Высшая школа, 1973. – 592 с.

## Обратная связь

Уважаемые посетители сайта!

Свои вопросы можете задать по ниже указанным адресам:

Макшанова Лариса Михайловна

Адрес электронной почты: [lorimak@list.ru](mailto:lorimak@list.ru)

Бадмаева Сырма Анатольевна

Адрес электронной почты: [sbadmaeva\_2010@mail.ru](mailto:sbadmaeva_2010@mail.ru)