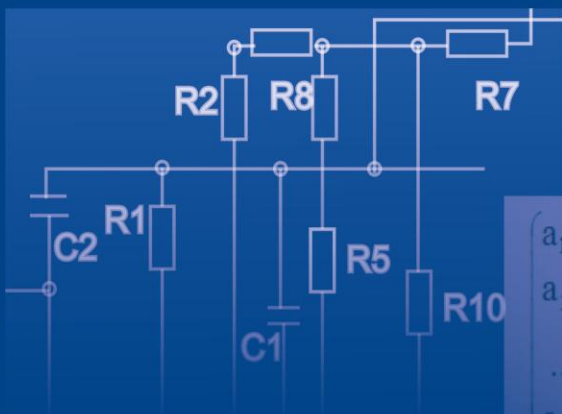




Краевое государственное бюджетное
профессиональное образовательное учреждение
«Назаровский энергостроительный техникум»

Тема: Математическое моделирование в решении электротехнических задач программными средствами Mathcad и MS Excel



$$\begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \vdots \\ b_n \end{pmatrix}$$

$$A \cdot X = B$$

$$X = A^{-1} \cdot B$$

Авторы: Стрельников Д.А., Вергун С.П.,
студенты 2 курса, гр. Эм-13
Руководитель: Малахова И.С.,
преподаватель
общепрофессиональных
дисциплин

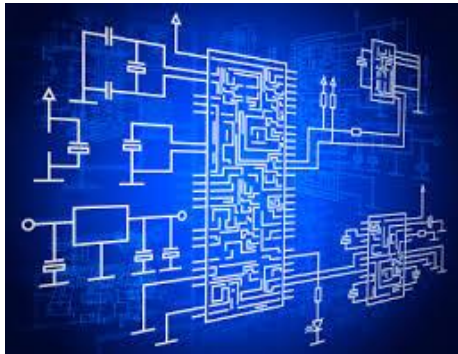
Назарово, 2015 г.



ОБЪЕКТ И ПРЕДМЕТ ИССЛЕДОВАНИЯ

**Объектная
область**

математика и
электротехника



**Объект
исследования**

математическое
моделирование, основные
инструменты пакета
Mathcad, Excel



**Предмет
исследования**

электротехнические
задачи с применением
математического
моделирования,
основных инструментов
пакета Mathcad, Excel

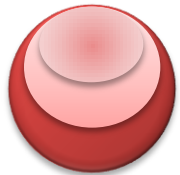




АКТУАЛЬНОСТЬ ИССЛЕДОВАНИЯ



расчет технических задач по теме «Электрическая цепь постоянного тока» сложен в вычислениях



математические методы при определенных условиях намного упрощают и ускоряют процессы вычисления



возможности использования современных математических пакетов компьютерных программ решают проблему трудоемкости математических вычислений, существует возможность отслеживания и минимизации ошибок



ГИПОТЕЗА И ПРОБЛЕМА

ГИПОТЕЗА

эффективность
вычисления
электротехнических
задач повышается,
если используется
пакет Mathcad



ПРОБЛЕМА

какие
математические
методы
эффективнее
использовать для
решения
технических задач в
электротехнике





ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Цель: провести анализ применения математического моделирования для решения технических задач в электротехнике программными средствами Mathcad и MS Excel

Задачи:

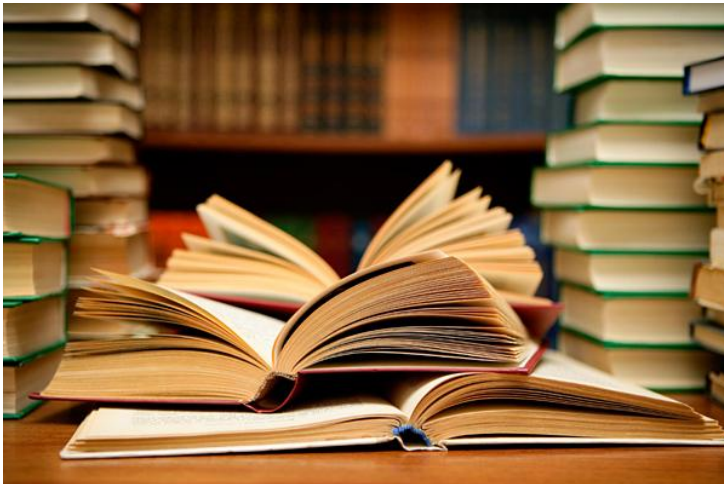
1. Изучить математические методы: метод Крамера, метод Гаусса и матричный метод
2. Изучить методику расчета электротехнической цепи постоянного тока по законам Кирхгофа
3. Выполнить расчет электротехнической задачи по изученным методам
4. Выполнить расчет электротехнической задачи с применением прикладных программ Mathcad, Excel
5. Выполнить анализ об эффективности применения Mathcad, MS Excel в электротехнических расчетах



МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Методы исследования в работе:

- теоретический анализ,
- подсчет;
- сравнение,
- обобщение,
- моделирование





МЕТОД КРАМЕРА

Число неизвестных переменных равно числу уравнений и определитель основной матрицы отличен от нуля.

Решение системы линейных уравнений

$$\begin{cases} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n = b_1 \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n = b_2 \\ \dots \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad \dots \\ a_{n1}x_1 + a_{n2}x_2 + \dots + a_{nn}x_n = b_n \end{cases}$$

1. Вычисление определителей

$$\Delta = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{vmatrix} \quad \Delta 1 = \begin{vmatrix} b_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ b_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ b_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{vmatrix} \neq 0 \quad \Delta 2 = \begin{vmatrix} a_{11} & b_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & b_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & b_{n2} & \dots & a_{nn} \end{vmatrix} \neq 0 \quad \Delta n = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & b_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & b_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & b_{nn} \end{vmatrix} \neq 0$$

2. Формулы Крамера

$$x_1 = \frac{\Delta_1}{\Delta}, x_2 = \frac{\Delta_2}{\Delta}, \dots x_n = \frac{\Delta_n}{\Delta}.$$



МАТРИЧНЫЙ МЕТОД

1. Составляем основную матрицу системы

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{pmatrix},$$

2. Составляем матрицу-столбец X из неизвестных

$$X = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_n \end{pmatrix},$$

3. Составляем матрицу-столбец B из свободных членов системы

$$B = \begin{pmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \vdots \\ b_n \end{pmatrix}.$$



МАТРИЧНЫЙ МЕТОД

4. Матричное уравнение

$$\det A \neq 0$$

$$\begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \vdots \\ b_n \end{pmatrix},$$

$$\mathbf{A} \cdot \mathbf{X} = \mathbf{B}$$

5. Решение системы уравнений

$$\mathbf{X} = \mathbf{A}^{-1} \cdot \mathbf{B}$$



МЕТОД ГАУССА

Если число уравнений в системе велико (больше трех), то целесообразно искать решение методом Гаусса.

1. Составляем расширенную матрицу системы

$$B = \left(\begin{array}{ccc|c} 3 & 2 & 1 & 5 \\ 1 & 1 & -1 & 0 \\ 4 & -1 & 5 & 3 \end{array} \right)$$

2. Приводим расширенную матрицу систему к треугольному виду и вычисляем корни уравнения

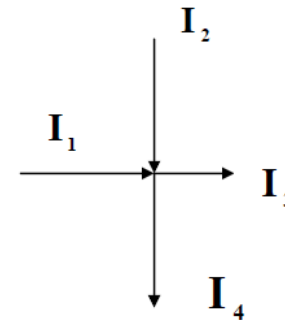
$$B = \left(\begin{array}{ccc|c} 1 & 1 & -1 & 0 \\ 0 & 1 & -4 & -5 \\ 0 & 0 & -11 & -22 \end{array} \right)$$



ЗАКОНЫ КИРХГОФА

Первый закон Кирхгофа - алгебраическая сумма токов сходящихся в узле равна нулю

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

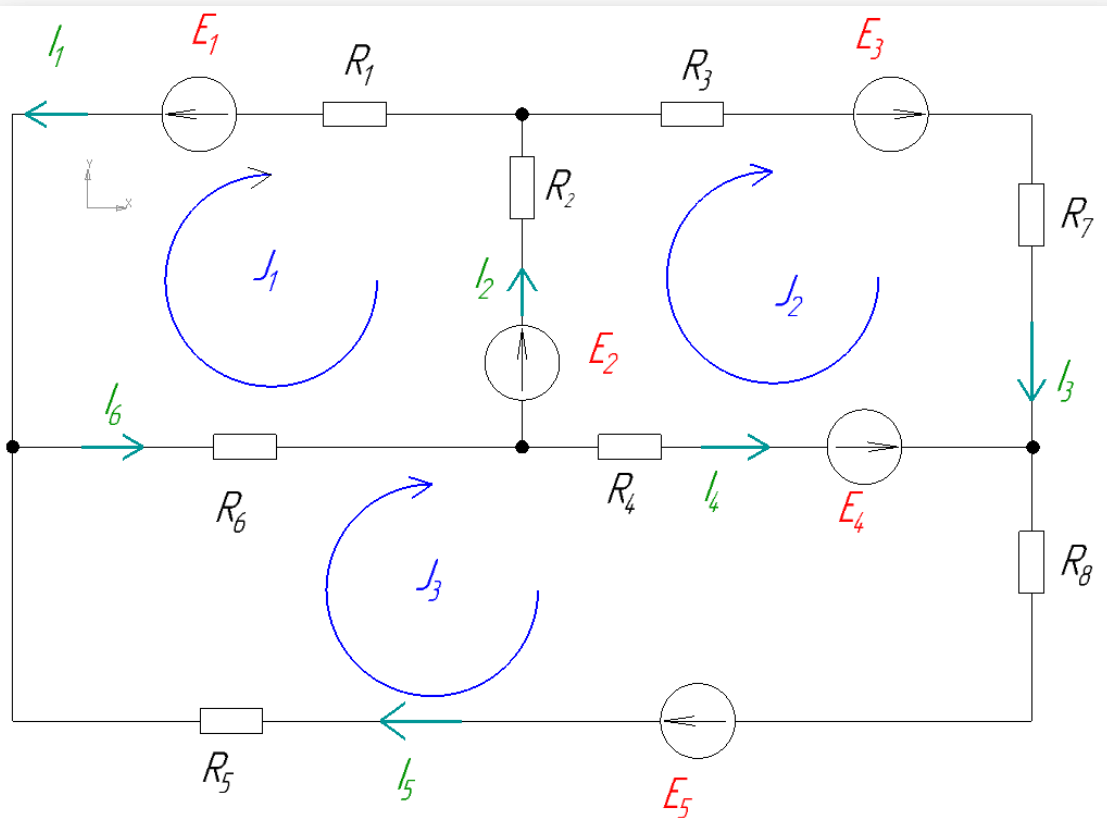


Второй закон Кирхгофа - алгебраическая сумма (с учетом знака) падений напряжений на всех ветвях любого замкнутого контура цепи, равна алгебраической сумме ЭДС ветвей этого контура

$$\sum_{i=1}^n E_i = \sum_{i=1}^n I_i \cdot R_i$$



ЭЛЕКТРОТЕХНИКА. УСЛОВИЕ ЗАДАЧИ ПО ТЕМЕ «ЗАКОНЫ КИРХГОФА»



Дано:

$$R_1=16 \text{ Ом}, R_2=10 \text{ Ом}$$

$$R_3=10 \text{ Ом}, R_4=40 \text{ Ом}$$

$$R_5=22 \text{ Ом}, R_6=30 \text{ Ом}$$

$$R_7=R_8=12 \text{ Ом}$$

$$E_1=30 \text{ В}, E_2=40 \text{ В}$$

$$E_3=30 \text{ В}, E_4=50 \text{ В}$$

$$E_5=25 \text{ В}$$

Найти токи:

$$I_1=? \quad I_4=?$$

$$I_2=? \quad I_5=?$$

$$I_3=? \quad I_6=?$$

Определить эффективный
метод вычисления токов
программными
средствами Mathcad,
Excel.



СОСТАВЛЕНИЕ СИСТЕМЫ ЛИНЕЙНЫХ УРАВНЕНИЙ ПО ЗАКОНАМ КИРХГОФА

Первый закон Кирхгофа – 3 уравнения, второй закон Кирхгофа – 3 уравнения

$$\left\{ \begin{array}{l} I_2 - I_1 - I_3 = 0 \text{ (Уз. А)} \\ I_1 + I_5 - I_6 = 0 \text{ (Уз. Б)} \\ I_3 + I_4 - I_5 = 0 \text{ (Уз. С)} \\ -I_1 R_1 - I_2 R_2 - I_6 R_6 = -E_1 - E_2 \\ I_2 R_2 + I_3 (R_3 + R_7) - I_4 R_4 = E_2 + E_3 - E_4 \\ I_6 R_6 + I_4 R_4 + I_5 (R_5 + R_8) = E_4 + E_5 \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} -I_1 + I_2 - I_3 = 0 \\ I_1 + I_5 - I_6 = 0 \\ I_3 + I_4 - I_5 = 0 \\ -16 \cdot I_1 - 10 \cdot I_2 - 30 \cdot I_6 = -70 \text{ (1 Контур)} \\ 10 \cdot I_2 + 22 \cdot I_3 - 40 \cdot I_4 = 20 \text{ (2 Контур)} \\ 40 \cdot I_4 + 34 \cdot I_5 + 30 \cdot I_6 = 75 \text{ (3 Контур)} \end{array} \right.$$

Поскольку число уравнений в системе больше трех, то целесообразно искать решение методом Гаусса



РАСЧЕТ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЦЕПИ МЕТОДОМ ГАУССА

$$\begin{aligned} A := \left(\begin{array}{cccccc|c} 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & -1 & 0 \\ -1 & 1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & -10 & 0 & 0 & 16 & -46 & -70 \\ 0 & 0 & 32 & -40 & -10 & 10 & 20 \\ 0 & 0 & 0 & 40 & 34 & 30 & 75 \end{array} \right) & \rightarrow & \left(\begin{array}{cccccc|c} 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & -1 & 0 \\ 0 & 1 & -1 & 0 & 1 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -10 & 0 & 16 & -56 & -70 \\ 0 & 0 & 32 & -40 & -10 & 10 & 20 \\ 0 & 0 & 0 & 40 & 34 & 30 & 75 \end{array} \right) & \rightarrow & \left(\begin{array}{cccccc|c} 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & -1 & 0 \\ 0 & 1 & -1 & 0 & 1 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 10 & 16 & -56 & -70 \\ 0 & 0 & 0 & -72 & 22 & 10 & 20 \\ 0 & 0 & 0 & 40 & 34 & 30 & 75 \end{array} \right) & \rightarrow & \\ & \rightarrow & A := \left(\begin{array}{cccccc|c} 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & -1 & 0 \\ 0 & 1 & -1 & 0 & 1 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 10 & 16 & -56 & -70 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1372 & -3932 & -4840 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -30 & 254 & 355 \end{array} \right) & \rightarrow & A := \left(\begin{array}{cccccc|c} 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & -1 & 0 \\ 0 & 1 & -1 & 0 & 1 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 10 & 16 & -56 & -70 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1372 & -3932 & -4840 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 230500 & 341900 \end{array} \right) & \rightarrow & \end{aligned}$$

$$I_6 = \frac{341900}{230500} = 1.483$$

$$1372 \cdot I_5 - 3932 \cdot I_6 = -4840 \rightarrow I_5 = \frac{-4840 + 3932 \cdot 1.483}{1372} = 0.723$$

$$10I_4 + 16I_5 - 56I_6 = -70 \rightarrow I_4 = \frac{-70 + 56 \cdot 1.483 - 16 \cdot 0.723}{10} = 0.149$$

$$I_3 + I_4 - I_5 = 0 \rightarrow I_3 = I_5 - I_4 = 0.723 - 0.149 = 0.574$$

$$-I_1 + I_2 - I_3 = 0 \rightarrow I_2 = I_1 + I_3 = 0.761 + 0.573 = 1.334$$

$$I_1 + I_5 - I_6 = 0 \rightarrow I_1 = I_6 - I_5 = 1.483 - 0.723 = 0.761$$

**Итак, искомые токи
равны: $I_6=1,483$ А;
 $I_5=0,723$ А; $I_4=0,149$ А;
 $I_3=0,574$ А; $I_2=1,334$ А;
 $I_1=0,761$ А**



РАСЧЕТ ЦЕПИ МЕТОДОМ ГАУССА В MATHCAD

$$A := \begin{pmatrix} -1 & 1 & -1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & -1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & -1 & 0 \\ -16 & -10 & 0 & 0 & 0 & -30 \\ 0 & 10 & 22 & -40 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 40 & 34 & 30 \end{pmatrix}$$

$$B := \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ -70 \\ 20 \\ 75 \end{pmatrix}$$

$$C := \text{augment}(A, B)$$

$$C = \begin{pmatrix} -1 & 1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & -1 & 0 & 0 \\ -16 & -10 & 0 & 0 & 0 & -30 & -70 \\ 0 & 10 & 22 & -40 & 0 & 0 & 20 \\ 0 & 0 & 0 & 40 & 34 & 30 & 75 \end{pmatrix}$$

$$P := \text{rref}(C)$$

$$P = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.761 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1.334 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0.573 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0.149 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0.722 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1.483 \end{pmatrix}$$



**Итак, искомые токи
равны:**

$$I_1 = 0,761 \text{ A}$$

$$I_2 = 1,334 \text{ A}$$

$$I_3 = 0,573 \text{ A}$$

$$I_4 = 0,149 \text{ A}$$

$$I_5 = 0,722 \text{ A}$$

$$I_6 = 1,483 \text{ A}$$



ПОГРЕШНОСТЬ ВЫЧИСЛЕНИЯ

Абсолютная погрешность - модуль разности между истинным значением величины и её приближённым значением

$$\Delta I = I_1' - I_1''$$

Тогда абсолютная погрешность вычисления токов по методу Гаусса составляет:

$$\Delta I_1 = 0.761 - 0.761 = 0 \text{ A}$$

$$\Delta I_2 = 1.334 - 1.334 = 0 \text{ A}$$

$$\Delta I_3 = 0.574 - 0.573 = 0.001 \text{ A}$$

$$\Delta I_4 = 0.149 - 0.149 = 0 \text{ A}$$

$$\Delta I_5 = 0.723 - 0.722 = 0.001 \text{ A}$$

$$\Delta I_6 = 1.483 - 1.483 = 0 \text{ A}$$



ПОГРЕШНОСТЬ ВЫЧИСЛЕНИЯ

Относительная погрешность - отношение абсолютной погрешности к тому значению, которое принимается за истинное

$$\varepsilon = \frac{\Delta I}{I} \cdot 100\%$$

Относительная погрешность вычисления токов по методу Гаусса составляет:

$$\varepsilon_{I1} = \frac{0}{0.761} \cdot 100\% = 0\%$$

$$\varepsilon_{I4} = \frac{0}{0.149} \cdot 100\% = 0\%$$

$$\varepsilon_{I2} = \frac{0}{1.334} \cdot 100\% = 0\%$$

$$\varepsilon_{I5} = \frac{0.001}{0.723} \cdot 100\% = 0.14\%$$

$$\varepsilon_{I3} = \frac{0.001}{0.574} \cdot 100\% = 0.17\%$$

$$\varepsilon_{I6} = \frac{0}{1.483} \cdot 100\% = 0\%$$



РАСЧЕТ ЦЕПИ МЕТОДОМ КРАМЕРА В MATHCAD

$$A := \begin{pmatrix} -1 & 1 & -1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & -1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & -1 & 0 \\ -16 & -10 & 0 & 0 & 0 & -30 \\ 0 & 10 & 22 & -40 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 40 & 34 & 30 \end{pmatrix} \quad B := \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ -70 \\ 20 \\ 75 \end{pmatrix}$$

$$\Delta := |A|$$

$$\Delta = -2.305 \times 10^5$$

$$\Delta_1 := \begin{vmatrix} 0 & 1 & -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & -1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & -1 & 0 \\ -70 & -10 & 0 & 0 & 0 & -30 \\ 20 & 10 & 22 & -40 & 0 & 0 \\ 75 & 0 & 0 & 40 & 34 & 30 \end{vmatrix} \quad \Delta_1 = -1.754 \times 10^5$$

$$\Delta_2 := \begin{vmatrix} -1 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & -1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & -1 & 0 \\ -16 & -70 & 0 & 0 & 0 & -30 \\ 0 & 20 & 22 & -40 & 0 & 0 \\ 0 & 75 & 0 & 40 & 34 & 30 \end{vmatrix} \quad \Delta_2 = -3.075 \times 10^5$$

$$\Delta_3 := \begin{vmatrix} -1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & -1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & -1 & 0 \\ -16 & -10 & -70 & 0 & 0 & -30 \\ 0 & 10 & 20 & -40 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 75 & 40 & 34 & 30 \end{vmatrix} \quad \Delta_3 = -1.322 \times 10^5$$

$$\Delta_4 := \begin{vmatrix} -1 & 1 & -1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & -1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & -1 & 0 \\ -16 & -10 & 0 & -70 & 0 & -30 \\ 0 & 10 & 22 & 20 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 75 & 34 & 30 \end{vmatrix} \quad \Delta_4 = -3.432 \times 10^4$$



РАСЧЕТ ЦЕПИ МЕТОДОМ КРАМЕРА В MATHCAD

$$\Delta 5 := \begin{pmatrix} -1 & 1 & -1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ -16 & -10 & 0 & 0 & -70 & -30 \\ 0 & 10 & 22 & -40 & 20 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 40 & 75 & 30 \end{pmatrix}$$

$$\Delta 5 = -1.665 \times 10^5$$

$$\Delta 6 := \begin{pmatrix} -1 & 1 & -1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & -1 & 0 \\ -16 & -10 & 0 & 0 & 0 & -70 \\ 0 & 10 & 22 & -40 & 0 & 20 \\ 0 & 0 & 0 & 40 & 34 & 75 \end{pmatrix}$$

$$\Delta 6 = -3.419 \times 10^5$$

$$I1 := \frac{\Delta 1}{\Delta}$$

$$I2 := \frac{\Delta 2}{\Delta}$$

$$I3 := \frac{\Delta 3}{\Delta}$$

$$I4 := \frac{\Delta 4}{\Delta}$$

$$I5 := \frac{\Delta 5}{\Delta}$$

$$I6 := \frac{\Delta 6}{\Delta}$$

$$I1 = 0.761$$

$$I2 = 1.334$$

$$I3 = 0.573$$

$$I4 = 0.149$$

$$I5 = 0.722$$

$$I6 = 1.483$$



РАСЧЕТ ЦЕПИ МЕТОДОМ КРАМЕРА В EXCEL

Матрица A1

0	1	-1	0	0	0
0	0	0	0	1	-1
0	0	1	1	-1	0
-70	-10	0	0	0	-30
20	10	22	-40	0	0
75	0	0	40	34	30

Матрица A2

-1	0	-1	0	0	0
1	0	0	0	1	-1
0	0	1	1	-1	0
-16	-70	0	0	0	-30
0	20	22	-40	0	0
0	75	0	40	34	30

Матрица A3

-1	1	0	0	0	0
1	0	0	0	1	-1
0	0	1	-1	0	0
-16	-10	0	0	0	-30
0	10	-40	0	0	0
0	0	40	34	30	0

Определитель
матрицы A1

DA1 -175360

Определитель
матрицы A2

DA2 -307540

Матрица A4

-1	1	-1	0	0	0
1	0	0	0	1	-1
0	0	1	0	-1	0
-16	-10	0	-70	0	-30
0	10	22	20	0	0
0	0	0	75	34	30

Матрица A5

-1	1	-1	0	0	0
1	0	0	0	0	-1
0	0	1	1	0	0
-16	-10	0	0	-70	-30
0	10	22	-40	20	0
0	0	0	40	75	30

Матрица A6

-1	1	-1	0	0	0
1	0	0	0	1	0
0	0	1	1	-1	0
-16	-10	0	0	0	-70
0	10	22	-40	0	20
0	0	0	40	34	75

Определитель
матрицы A3

DA3 -132180

Определитель
матрицы A4

DA4 -34321

Матрица A

-1	1	-1	0	0	0
1	0	0	0	1	-1
0	0	1	1	-1	0
-16	-10	0	0	0	-30
0	10	22	-40	0	0
0	0	0	40	34	30

Определитель
матрицы A5

DA5 -166500

Определитель
матрицы A

DA -230528

Определитель
матрицы A6

DA6 -341860



РАСЧЕТ ЦЕПИ МЕТОДОМ КРАМЕРА В EXCEL

Формула для расчета определителя:

I3		fx		=МОПРЕД(A3:F8)				
A	B	C	D	E	F	G	H	I
Матрица A						Определитель матрицы A		
-1	1	-1	0	0	0	ΔA		
1	0	0	0	1	-1	-230528		
0	0	1	1	-1	0			
-16	-10	0	0	0	-30			
0	10	22	-40	0	0			
0	0	0	40	34	30			

Формула для расчета токов цепи:

B58		fx		=I11/I3	
A	B	C	D	E	
I1	0,761				
I2	1,334				
I3	0,573				
I4	0,149				
I5	0,722				
I6	1,483				

ТОКИ ЦЕПИ:

I1	0,761
I2	1,334
I3	0,573
I4	0,149
I5	0,722
I6	1,483



РАСЧЕТ ЦЕПИ МАТРИЧНЫМ МЕТОДОМ В MATHCAD

$$A := \begin{pmatrix} -1 & 1 & -1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & -1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & -1 & 0 \\ -16 & -10 & 0 & 0 & 0 & -30 \\ 0 & 10 & 22 & -40 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 40 & 34 & 30 \end{pmatrix}$$

$$B := \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ -70 \\ 20 \\ 75 \end{pmatrix}$$

$$I := A^{-1} \cdot B$$

$$I = \begin{pmatrix} 0.761 \\ 1.334 \\ 0.573 \\ 0.149 \\ 0.722 \\ 1.483 \end{pmatrix}$$

$$A \cdot I - B = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$



РАСЧЕТ ЦЕПИ МАТРИЧНЫМ МЕТОДОМ В EXCEL

Матрица A

-1	1	-1	0	0	0
1	0	0	0	1	-1
0	0	1	1	-1	0
-16	-10	0	0	0	-30
0	10	22	-40	0	0
0	0	0	40	34	30

Матрица B

0
0
0
-70
20
75

Обратная матрица

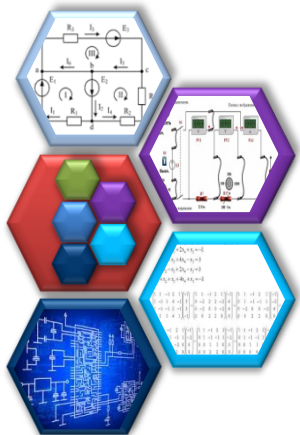
-0,15825	0,433093	0,055525	-0,02554	-0,00972	-0,0111
0,725326	0,472134	0,469184	-0,01582	0,011643	-8,7E-05
-0,11643	0,039041	0,413659	0,009717	0,02136	0,011018
0,117296	0,139506	0,344808	0,001388	-0,01034	0,006038
0,000868	0,178547	-0,24153	0,011105	0,011018	0,017056
-0,15738	-0,38836	-0,18601	-0,01444	0,001301	0,005952

Токи

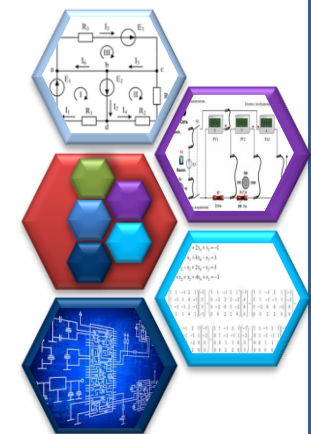
0,761
1,334
0,573
0,149
0,722
1,483



ЗАКЛЮЧЕНИЕ



анализ расчетов показал: для цепи с более чем 3 неизвестными токами, целесообразнее проводить вычисления методом Гаусса



анализ применения математического моделирования показал: погрешность вычисления ничтожна; эффективность вычисления электротехнических задач повышается, если используется пакет Mathcad



СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ И ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дадаян, А.А Математика [Текст]: учебник / А.А. Дадаян. – 3 издание, М. Форум, 2013. - 544 с.
2. Дадаян, А.А. Сборник задач по математике [Текст]: учебник / А.А. Дадаян. - 3 издание, М.Форум, 2013. - 350 с.
3. Евдокимов, Ф.Е. Теоретические основы электротехники [Текст]: учебник / Ф.Е. Евдокимов. - М.-Академия, 2004.
4. Иванова, С.Г. Теоретические основы электротехники [Электронный ресурс] // электронный учебно-методический комплекс. [URL:http://files.lib.sfu-kras.ru/ebibl/umkd/11/u_lectures.pdf](http://files.lib.sfu-kras.ru/ebibl/umkd/11/u_lectures.pdf) (дата обращения: 07.11.2014)
5. Лоторейчук, Е.А. Теоретические основы электротехники [Электронный ресурс] // учебник. URL: <http://novitskiy.nethouse.ru/static/doc/0000/0000/0182/182060.qwu18cczqm.pdf> (дата обращения: 10.01.2015)
6. Коваленко В.М., Свито И.Л. Применение MATHCAD в электротехнических расчетах [Электронный ресурс] // методическое пособие. URL: http://www.bsuir.by/m/12_100229_1_63466.pdf (дата обращения: 01.12.2014)
7. Салий Н.А. Решение СЛУ методом Крамера и методом Гаусса [Электронный ресурс] // Учимся программировать. URL: http://saliyna.narod.ru/ChislMetody/Lesson15_baza9/Lecture.html(дата обращения: 21.11.2014)

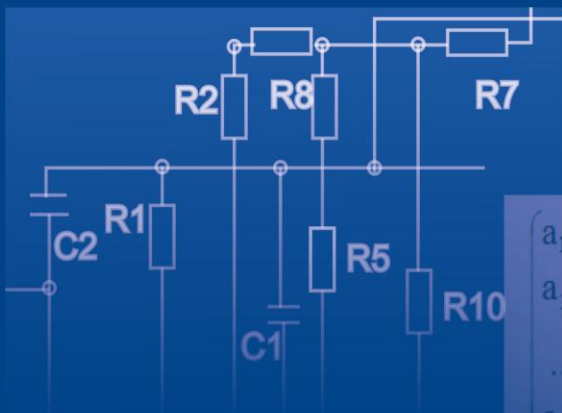


Краевое государственное бюджетное
профессиональное образовательное учреждение
«Назаровский энергостроительный техникум»

Тема: Математическое моделирование в решении электротехнических задач программными средствами Mathcad и MS Excel

Докладчик: Стрельников Денис Александрович,
студент 2 курса, гр. Эм-13

Руководитель: Малахова Ирина Сергеевна,
преподаватель общепрофессиональных
дисциплин



$$\begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \vdots \\ b_n \end{pmatrix}$$

$$A \cdot X = B$$

$$X = A^{-1} \cdot B$$