

УДК 621.3.011.02: 517.51845

**О некоторых вопросах использования теории графов
и топологических матриц для расчета электрических схем**

Индюкова Е. А., студент,

Таранко Е. В., студент

Белорусский национальный технический университет

г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: ассистент Готина Л. Н.

Аннотация:

Рассматриваются вопросы использования теории графов и топологических матриц для расчета электрических схем. Показана межпредметная связь дисциплины «Математика» со специальными и общетехническими дисциплинами.

Математический аппарат является универсальным инструментом в расчетах, связанных с электрическими схемами и системами. В частности, в теории электрических цепей используются методы топологии, активно применяются графы, на основе которых осуществляется составление моделей для напряжений и токов и др. Рассмотрим следующую задачу. Составить уравнения для напряжений и токов электрической цепи S , которой соответствует граф G (рисунок 1).

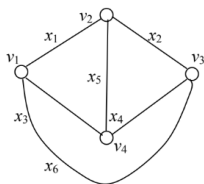


Рис. 1

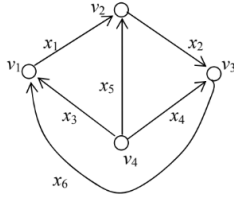


Рис. 2

Ребра графа x_1, x_2, x_3, x_4, x_5 соответствуют сопротивлениям электрической цепи, ребро x_6 – источнику ЭДС. Введем произвольную ориентацию на ребрах графа G (рисунок 2). Выделим остовное дерево графа G , удалив ребра x_2, x_4, x_5 (рисунок 3).

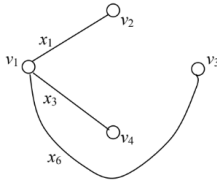


Рис. 3

Определим цикловой базис, используя алгоритм нахождения циклового базиса. Вычислим цикломатическое число графа : G

$$\nu(G) = 6 - 4 + 1 = 3.$$

Выделенное остовное дерево содержит три ребра ($n - 1 = 3$).

Добавляя к остовному дереву поочередно по одному из удаленных ребер, запишем простые циклы:

$$\mu_1 = v_1 x_1 v_2 x_3 v_4 x_6 v_1, \quad \mu_2 = v_1 x_3 v_4 x_4 v_3 x_6 v_1, \quad \mu_3 = v_1 x_1 v_2 x_5 v_4 x_3 v_1, \quad \text{Где } \mu_1, \mu_2, \mu_3.$$

– цикловой базис.

Выпишем вектор-циклы:

$$C(\mu_1) = (1, 1, 0, 0, 0, 1), \quad C(\mu_2) = (0, 0, -1, 1, 0, 1), \quad C(\mu_3) = (1, 0, 1, 0, -1, 0).$$

Тогда цикломатическая матрица будет следующей:

$$C(G) = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & -1 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & -1 & 0 \end{bmatrix}.$$

Выпишем вектор-циклы:

$$C(\mu_1) = (1, 1, 0, 0, 0, 1), \quad C(\mu_2) = (0, 0, -1, 1, 0, 1), \\ C(\mu_3) = (1, 0, 1, 0, -1, 0).$$

Тогда цикломатическая матрица будет следующей:

$$C(G) = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & -1 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & -1 & 0 \end{bmatrix}.$$

Заметим, что столбцы цикломатической матрицы $C(G)$, соответствующие ребрам x_2, x_4, x_5 , не вошедшим в остовное дерево, образуют диагональную матрицу порядка $\nu(G) = 3$ с элементами, равными $+1$ или -1 .

Зная матрицу $C(G)$, получим уравнения Кирхгофа для напряжений, подставив ее в уравнение $C(G) \cdot U = 0$:

$$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & -1 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & -1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u_1 \\ u_2 \\ u_3 \\ u_4 \\ u_5 \\ u_6 \end{bmatrix} = 0, \Rightarrow \begin{cases} u_1 + u_2 + u_6 = 0, \\ -u_3 + u_4 + u_6 = 0, \\ u_1 + u_3 - u_5 = 0. \end{cases}$$

В этой системе переменные u_2, u_4, u_5 , соответствующие ребрам x_2, x_4, x_5 , являются базисными переменными и легко выражаются через остальные переменные u_1, u_3, u_6 , которые называются свободными.

В ряде случаев при расчете электрических цепей, используя выражение базисных переменных через свободные, мы можем существенно сократить общее число неизвестных. Такая возможность имеется, например, в случае, когда элементами электрической цепи являются лишь источники ЭДС и сопротивления. Определим систему уравнений Кирхгофа для токов в электрической цепи: $B(G) \cdot I = 0$.

Составим матрицу инцидентности $B(G)$ в соответствии с выбранной ориентацией графа G :

$$B(G) = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & -1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & -1 & -1 & -1 & 0 \end{bmatrix}.$$

Тогда система уравнений для токов будет иметь вид:

$$\begin{cases} -I_1 + I_3 + I_6 = 0 \\ I_1 - I_2 + I_5 = 0 \\ I_2 + I_4 - I_6 = 0 \\ -I_3 - I_4 - I_5 = 0 \end{cases}.$$

Для произвольного ориентированного мультиграфа G сумма всех строк матрицы $B(G)$ является линейной комбинацией остальных

строк. Таким образом, из системы уравнений Кирхгофа $B(G) \cdot I = 0$ можно исключить любое уравнение и получить при этом систему, равносильную исходной, поскольку исключенное уравнение является линейной комбинацией оставшихся.

Таким образом, теория графов дает простой и доступный способ построения моделей и решения задач упорядочения объектов. Матричная теория графов позволяет записать выражения для определителя и алгебраических дополнений без составления уравнений электрической схемы. Это значительно сокращает вычисления при разложении определителей обычным способом.

Список использованных источников

1. Онищенко, Т. Ю., Марасанов, В. В. Топология электрической цепи / Т. Ю. Онищенко, В. В. Марасанов // Вестник ХНТУ. 2013 г. – №1(46) – С. 22–31.

УДК 004.77

Центры обработки данных

**Каминская И. В., студент,
Бабицкая Э. С., студент**

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Дробыш А. А.

Аннотация:

В статье рассматривается понятие центров обработки данных. Приводится характеристика их уровней надежности.

Информация – ключевой объект современного общества. Работа с информацией – ведущий вид деятельности современного человека, поэтому важной задачей является обеспечение достаточного места хранения данных.

Большинство из нас, используя Интернет, ежедневно получает доступ к информации, находящейся на серверах, располагающихся в