Лабораторная работа №3  
Гайворонская Екатерина Александровна  
010304-КМСб-о23

**Лабораторная работа №3**

**Расчет распределения токов в электрической цепи**

**1. Общая постановка задачи на исследование**

В эксплуатации находится электротехническое устройство, схема которого изображена на рис. 1.

*i*1

*i*2

*i*3

*i*4

*i*5

*i*6

*i*7

*i*8

*r*8

*r*7

*r*6

*r*5

*r*4

*r*3

*r*2

*r*1

*e*1

*e*2

*e*3

*e*4

**Рис. 1. Электрическая схема устройства**

Пусть в качестве источников питания устройства используются четыре аккумулятора. При полной зарядке аккумуляторов, напряжения на их клеммах равны , , , .

В результате работы устройства аккумуляторы разрядились на 80% от первоначальных значений. При этом напряжения на первых трех известно и составляет , , а напряжение на четвертом аккумуляторе не известно.

При измерении величины тока (см. рис.1), его величина оказалась равной 80% от значения измеренного ранее, т.е. при 100% зарядке всех аккумуляторов.

Необходимо определить величины токов , в ветвях цепи (рис.1), при полной зарядке аккумуляторов и рассчитать величину напряжение на частично разряженном четвертом аккумуляторе. Мой вариант №1, соответственно p=0, а q=1.

**2. Задание на лабораторную работу**

1. Решить задачу, при следующих исходных данных: p=0, q=1.

Сопротивления элементов электрической цепи (см. рис.1) равны , .

Э.д.с. в ветвях цепи равны: ; ; ; .

2. Рассчитать значения токов в ветвях электрической цепи (рис.1) при полностью заряженных аккумуляторах с использованием балансовой модели Кирхгофа. Результаты расчетов представить таблицей.

3. Рассчитать значение напряжения *e4* на четвертом аккумуляторе, при величине тока , равной 80% от расчетного значения и условии того, что напряжения , , остальных аккумуляторов составляют величину: , . При расчете использовать метод Крамера. Результаты расчетов представить таблицей.

**3. Цифровая модель, используемая при решении задачи**

Построим граф заданной электрической цепи (рис. 2) и выберем направление токов в ветвях цепи так, как показано на рис. 1.

На графе построим дерево ветвей (показано на рис. 2 жирными линиями) и хорды (показаны тонкими линиями).

*i*1

*i*2

*i*3

*i*4

*i*5

*i*6

*i*7

*i*8

*e*4

III

II

IV

I

4

3

2

1

**Рис. 2. Ориентированный граф цепи**

Распределение токов в ветвях дерева относительно узлов 1–4 представим матрицей:

. (1)

Входящие в каждый узел токи обозначим «1», а исходящие из каждого узла токи – «-1».

В соответствии с матрицей (1) и с учетом того, что алгебраическая сумма токов ветвей, сходящихся к узлу, равна нулю (первый закон Кирхгофа) составляем систему линейных уравнений для расчета величин токов в ветвях цепи:

*i1* + *i4*+ *i5* = 0

*-i1 – i2 +i6 =* 0

*i2 – i3 +i7 =* 0

*i3 – i4 +i8 =* 0

Зададим направления отсчета токов в контурах электрической цепи так, как показано на рис.2. Распределение токов в I–IV контурах цепи представим матрицей:

. (2)

Матрица (2) отображает направление протекания токов в независимых контурах. Токи, направление которых совпадают с выбранным направлением отсчета, обозначим «1», а направления, которые не совпадают – «-1».

Величина напряжения в любой ветви контура (рис.3) определяется выражением:

, , (3)

причем, при величина (см. рис.1).

*ik*

*rk*

*ek*

*uk*

**Рис. 3. Ветвь электрической цепи**

В соответствии с матрицей (2) и с учетом выражения (3) составляем систему линейных уравнений для расчета величин напряжений в ветвях схемы:

*i1r1 – i5r5 + i6r6 = e1*

*i2r2 + i6r6 – i7r7 = e2*

*i3r3 + i7r7 – i8r8 = e3*

*i4r4 – i5r5 + i8r8 = e4*

Таким образом, величины токов в ветвях электрической цепи определяется в результате решения системы линейно уравнений (4) имеющих вид:

(4)

**4. Решение задачи:**

Рассмотрим процесс решения задачи для случая и .

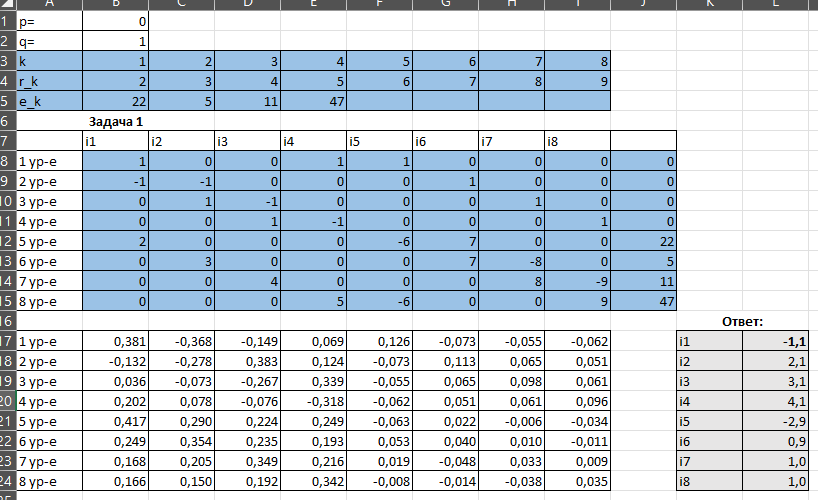
В этом случае: сопротивления ; ;

э.д.с. в ветвях , , , .

Система уравнений (4) для данного случая имеет вид:

(4)

Система (4) решается матричным методом.

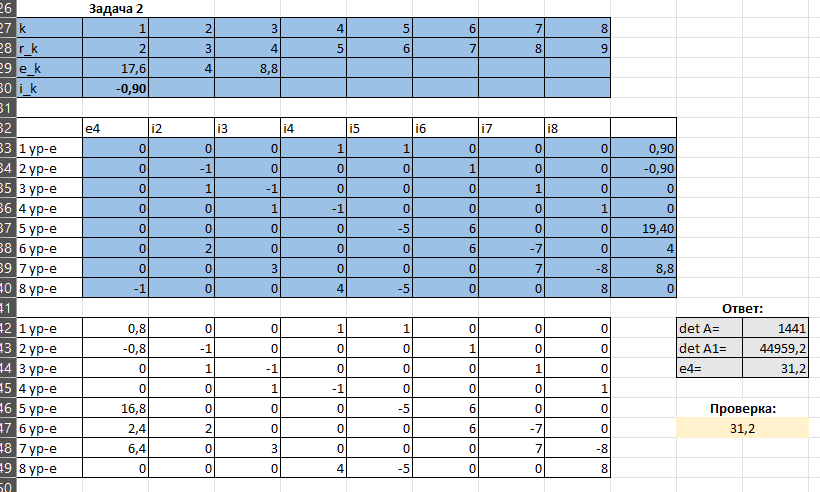


**Рис. 4. Вычисление токов в ветвях электрической схемы**

Преобразуем систему уравнений (4) так, чтобы неизвестными были токи , и э.д.с. :

(5)

Сформируем исходные данные для решения задачи с учетом того, что э.д.с. на первых трех аккумуляторах уменьшается на 80 % и ток равен 80 % от расчетного значения этого тока, которое было получено при решении предыдущей задачи. Вычислительная область на листе *MS* *Excel* показана на рис.5.



**Рис. 5. Вычисление значения *e4***

Согласно методу Крамера получаем значение :

Убедимся, что оно составляет 80% от заданного по условиям задачи. Умножая исходное значение э.д.с. для четвертого источника на 80%, получаем:

.

**Вывод:**

С помощью построенной модели:

1. Были вычислены сопротивление элементов и эдс в ветвях цепи по вышеприведенным формулам;
2. Рассчитано значение токов в ветвях эл. цепи равное
3. Рассчитано значение напряжения е4 на четвертом аккумуляторе, при величине тока , равной 80% от расчетного значения и условии того, что напряжения , , остальных аккумуляторов составляют величину: , . С использованием метода Крамера. Е4= 31,2.