

**Государственный комитет связи, информатизации и  
телекоммуникационных технологий Республики Узбекистан**

**Ташкентский университет информационных технологий**

# **Проектная работа по физике**

**Выполнил:**  
Студент группы №223-12:  
Наврузов Сергей  
**Принял:**  
Вахид Собирович

**Ташкент 2012**

# **Содержание**

## **Введение**

### **1. Теоретическая часть**

*1.1. Правила Кирхгофа*

*1.2. Метод Крамера*

*1.3. Возможности программ Crocodile Technology, MathCad и Google docs*

*1.3.1. Crocodile Technology*

*1.3.2. Mathcad*

*1.3.3. Google docs*

### **2. Основная часть**

*2.1. Построение электрической цепи в среде Crocodile Technology*

*2.2. Расчет электрической цепи аналитически*

## **Заключение**

*Список использованной литературы*

## Введение

На сегодняшний день знание различных компьютерных программ имеет большой значение. Если раньше студентам технических ВУЗов приходилось пользоваться примитивными средствами автоматизации для решения задач электрических цепей, что было не совсем продуктивным методом, то сейчас, в эпоху информационных технологий, создано множество специальных компьютерных программ, обеспечивающие более рациональный метод решения и моделирования задач любой сложности, тем самым упрощая труд студентов. К таким программам относятся MathCAD и Crocodile Technology, обладающие достаточно высокими возможностями и интуитивно понятным интерфейсом.

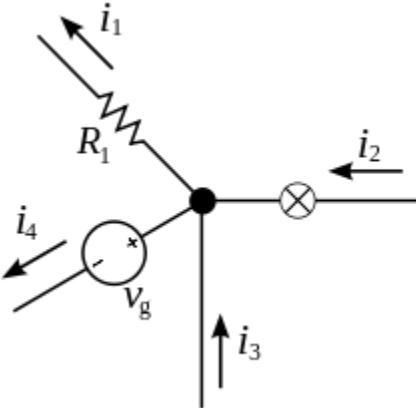
При работе над данной самостоятельной работой я пользовался следующим программным обеспечением:

1. Crocodile Technology 3D. (Версия 609).
2. MathCAD (Версия 14).
3. Google Docs.

## 1. Теоретическая часть

## 1.1. Правила Кирхгофа

Для формулировки правил Кирхгофа, вводятся понятия узел, ветвь и контур электрической цепи. Ветвью называют любой двухполюсник, входящий в цепь, например, на рис. отрезок, обозначенный  $U_1, I_1$  есть ветвь. Узлом называют точку соединения двух и более ветвей (на рис. обозначены жирными точками). Контур — замкнутые циклы из ветвей. Термин замкнутый цикл означает, что начав с некоторого узла цепи и пройдя по нескольким ветвям и узлам однократно можно вернуться в исходный узел. Ветви и узлы, проходимые при таком обходе, принято называть принадлежащими данному контуру. При этом нужно иметь в виду, что каждая ветвь и узел может одновременно принадлежать нескольким контурам. В терминах данных определений правила Кирхгофа формулируются следующим образом.



**Первое правило Кирхгофа** (правило токов Кирхгофа) гласит, что алгебраическая сумма токов в каждом узле любой цепи равна нулю. При этом втекающий в узел ток принято считать положительным, а вытекающий — отрицательным:

$$\sum_{j=1}^n I_j = 0.$$

Иными словами, сколько тока втекает в узел, столько из него и вытекает. Это правило следует из фундаментального закона сохранения заряда.

**Второе правило Кирхгофа** (правило напряжений Кирхгофа) гласит, что алгебраическая сумма падений напряжений на всех ветвях, принадлежащих любому замкнутому контуру цепи, равна алгебраической сумме ЭДС ветвей этого контура. Если в контуре нет источников ЭДС (идеализированных генераторов напряжения), то суммарное падение напряжений равно нулю:

для постоянных напряжений: 
$$\sum_{k=1}^n E_k = \sum_{k=1}^m U_k = \sum_{k=1}^m R_k I_k;$$

для переменных напряжений: 
$$\sum_{k=1}^n e_k = \sum_{k=1}^m u_k = \sum_{k=1}^m R_k i_k + \sum_{k=1}^m u_{Lk} + \sum_{k=1}^m u_{Ck}.$$

## 1.2. Метод Крамера

**Метод Крамера (правило Крамера)** — способ решения квадратных [систем линейных алгебраических уравнений](#) с ненулевым [определителем основной матрицы](#) (причём для таких уравнений решение существует и единственno). Назван по имени [Габриэля Крамера](#) (1704–1752), придумавшего метод.

## Описание метода

Для системы  $n$  линейных уравнений с  $n$  неизвестными (над произвольным [полем](#))

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

Для системы  $n$  линейных уравнений с  $n$  неизвестными (над произвольным [полем](#))

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

с определителем матрицы системы  $\Delta$ , отличным от нуля, решение записывается в виде

$$x_i = \frac{1}{\Delta} \begin{vmatrix} a_{11} & \dots & a_{1,i-1} & b_1 & a_{1,i+1} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & \dots & a_{2,i-1} & b_2 & a_{2,i+1} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n-1,1} & \dots & a_{n-1,i-1} & b_{n-1} & a_{n-1,i+1} & \dots & a_{n-1,n} \\ a_{n1} & \dots & a_{n,i-1} & b_n & a_{n,i+1} & \dots & a_{nn} \end{vmatrix}$$

(i-ый столбец матрицы системы заменяется столбцом свободных членов).

### 1.3. Возможности программ *Crocodile Technology, MathCad и Google docs*

**1.3.1. Crocodile Technology 3D** объединяет в себе электронный проект, программирование PIC (Peripheral Interface Controller) микроконтроллеров, механизмы 3D и моделирование 3D PCB (Printed circuit board “Печатная плата”). Technology 3D - 3D симулятор электронных цепей, с помощью которого можно разработать принципиальную электрическую схему устройства, монтажную плату под него и т.д. Рекомендуется в качестве приложения к программированию, электронике, механике и другим подобным курсам. Возможно первичное использование как платформы виртуальных экспериментов,

позволяющей учащимся проводить эксперименты и изучать различные темы в процессе обучения.

**1.3.2. Mathcad** — система компьютерной алгебры из класса систем автоматизированного проектирования, ориентированная на подготовку интерактивных документов с вычислениями и визуальным сопровождением, отличается легкостью использования и применения для коллективной работы.

Mathcad был задуман и первоначально написан Алленом Раздовом из Массачусетского технологического института (MIT), соучредителем компании Mathsoft, которая с 2006 года является частью корпорации PTC (Parametric Technology Corporation).

Mathcad имеет интуитивный и простой для использования интерфейс пользователя. Для ввода формул и данных можно использовать как клавиатуру, так и специальные панели инструментов.

Работа осуществляется в пределах рабочего листа, на котором уравнения и выражения отображаются графически, в противовес текстовой записи в языках программирования. При создании документов-приложений используется принцип WYSIWYG (What You See Is What You Get — «что видишь, то и получаешь»).

**1.3.3. Документы Google** (англ. Google Docs) — бесплатный онлайн-офис, включающий в себя текстовый, табличный процессор и сервис для создания презентаций, а также интернет-сервис облачного хранения файлов с функциями файлообмена, разрабатываемый компанией «Google». Образован в итоге слияния Writely и Google Spreadsheets.

Это веб-ориентированное программное обеспечение, то есть программа, работающая в рамках веб-браузера без инсталляции на компьютер пользователя. Документы и таблицы, создаваемые пользователем, сохраняются на специальном сервере Google, или могут быть экспортированы в файл. Это одно из ключевых преимуществ программы, так как доступ к введённым данным может осуществляться с любого компьютера, подключенного к интернету (при этом доступ защищён паролем).

## 2. Основная часть

### 2.1. Построение электрической цепи в среде Crocodile Technology

Дана следующая электрическая цепь (Рис.1) в которой необходимо найти токи протекающие в каждой её ветви. Внутренние сопротивления источников тока все одинаковы и равны  $r=1\text{k}\Omega$ .

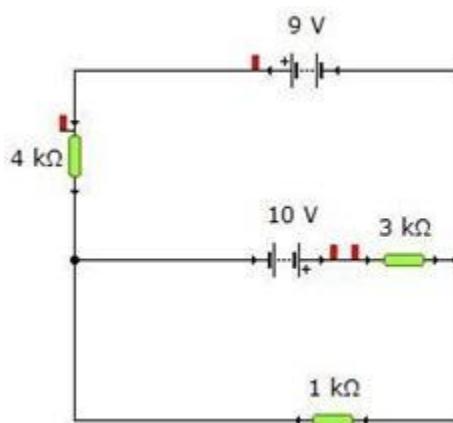


Рис 1.Общий вид контура (задание)

Для сборки нашей схемы в 3D симуляторе электронных цепей запускаем **Crocodile Technology 3D**, открываем вкладку **Parts Library> Electronics** и выбираем прямоугольную печатную плату **>Rectangular PCB Space**. Также открываем вкладку **Parts Library>Presentation** берем **Part Tray** для удобства и сразу кладем в него элемент **Text**.Открываем другую вкладку **Parts Library> Electronics>Analogue** и сразу перетаскиваем в **Part Tray** нужные нам элементы для сборки схемы(Рис.2).

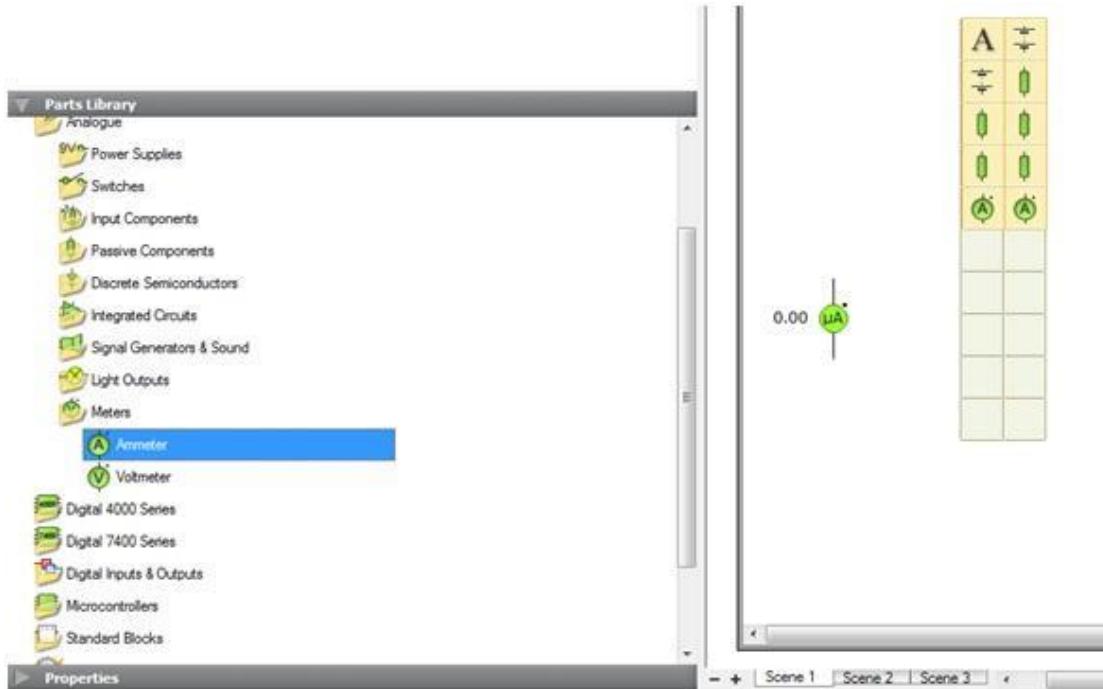


Рис.2 Складывание элементов в Part Tray.

Собираем схему вначале в 2D.Печатную плату отодвигаем вверх и не трогаем.(Рис.3)

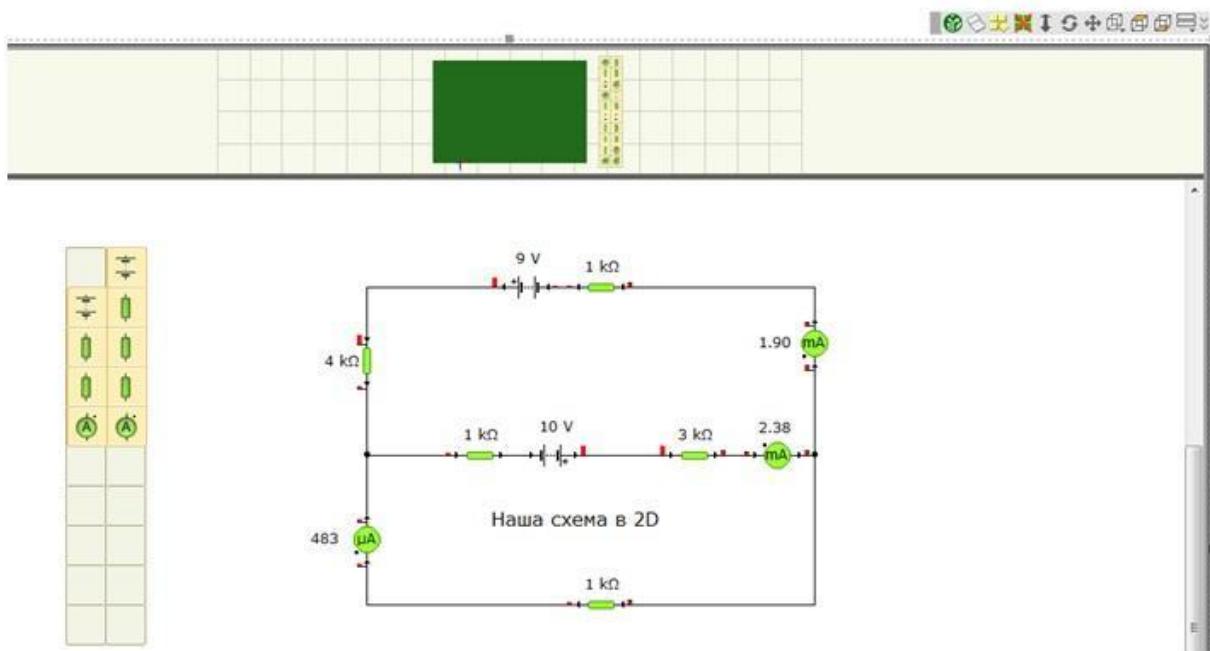


Рис.3 Рабочее пространство в **Crocodile Technology 3D**

Затем, когда схема собрана(Рис. 4), мы видим следующие показания амперметров:

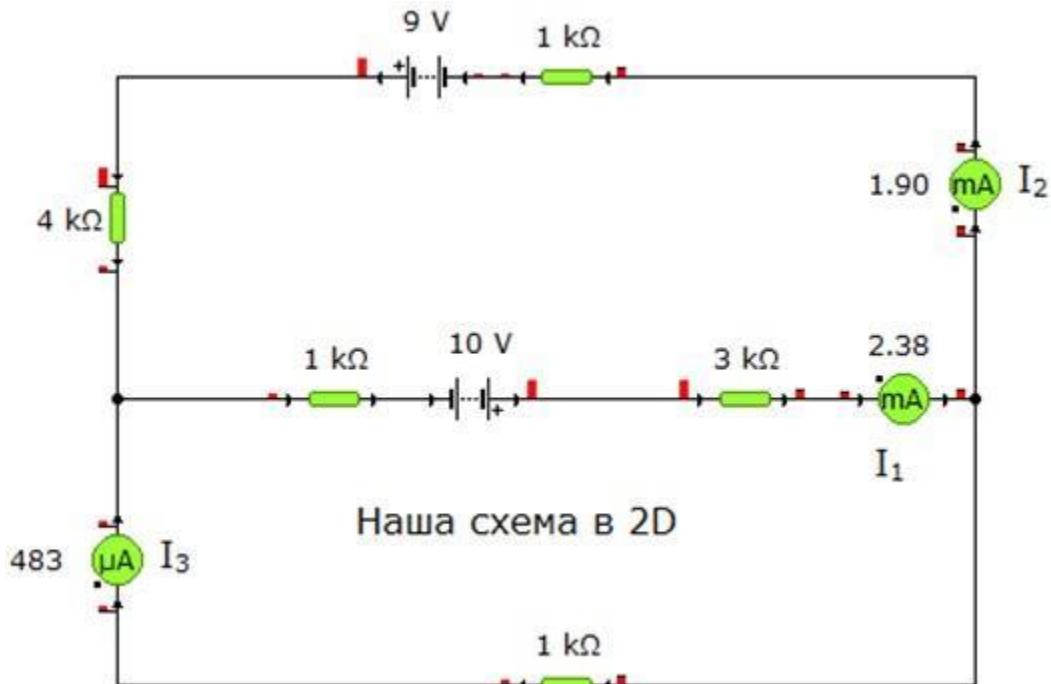


Рис. 4 Общий вид контура (Решение)

Перед тем как перенести нашу схему на плату в 3D нужно удалить и убрать все лишние и неиспользованные детали из **Part Tray** и рабочего места иначе они тоже будут помещены на плату. Нажимаем на кнопку (Рис.5):

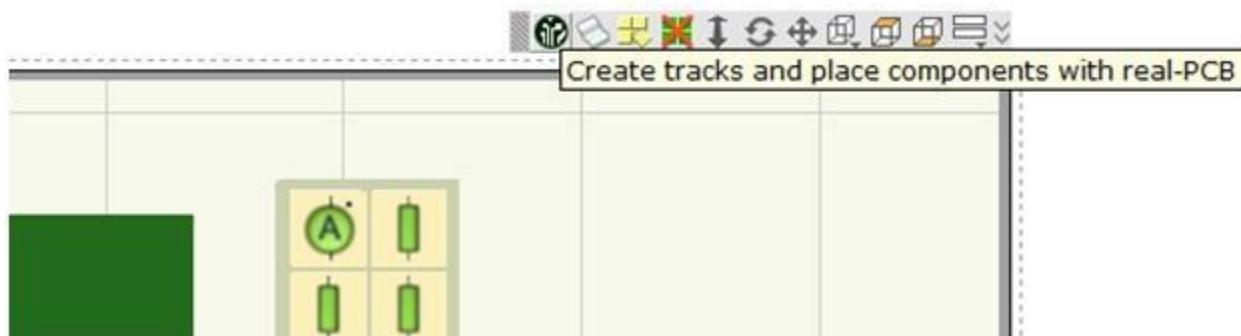


Рис.5

После нажатия кнопки откроется следующее диалоговое окно (Рис.6). Выбираем способ как мы хотим создать нашу 3D плату (**Вручную** или **Автоматически**). Нажимаем **Quick** и программа автоматически размещает элементы на плате согласно настройкам по умолчанию.

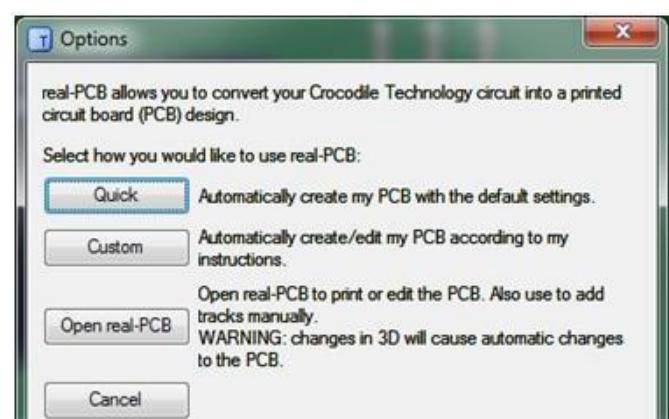


Рис.6

Щелкаем OK и видим нашу плату сверху.(Рис.7)

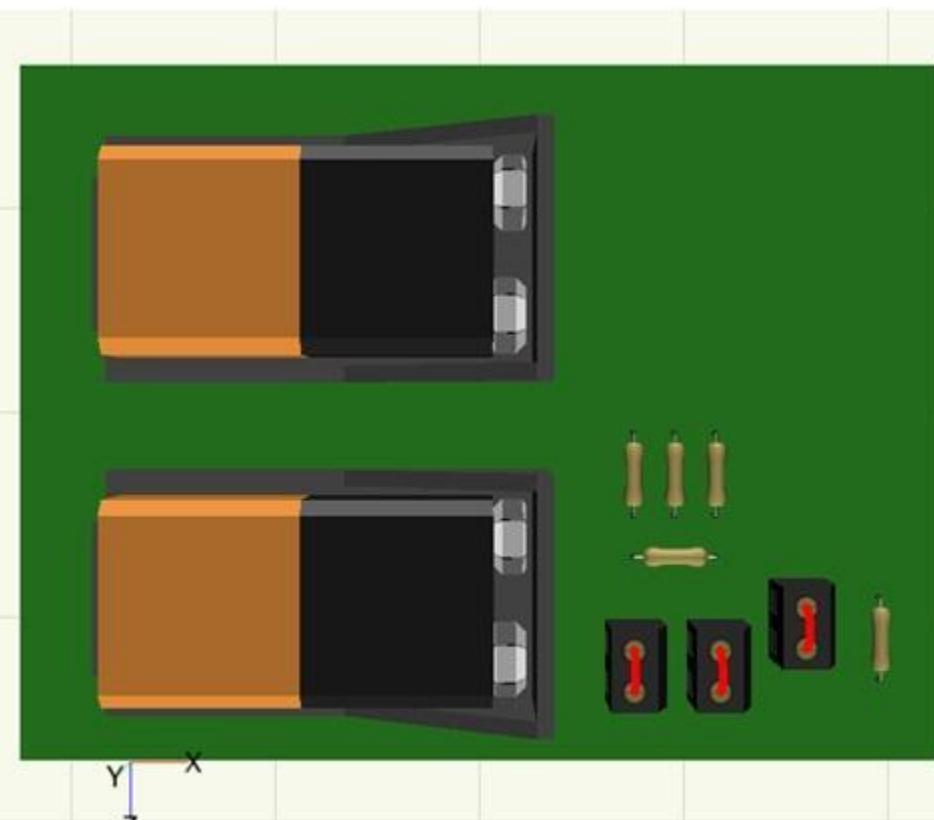


Рис.7.  
3D модель платы. Вид сверху.  
Мы можем менять ракурсы, нажав кнопку Rotate при помощи мыши.(Рис.8)

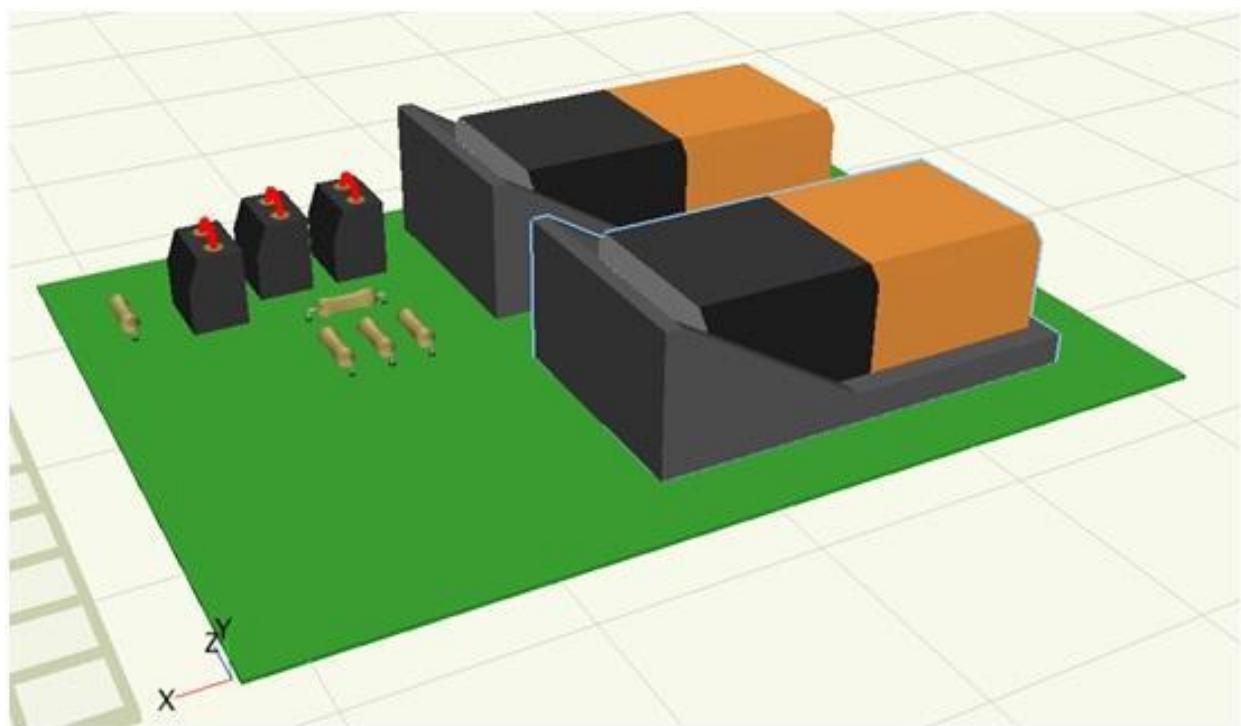


Рис.8 3D модель платы. Вид под углом.

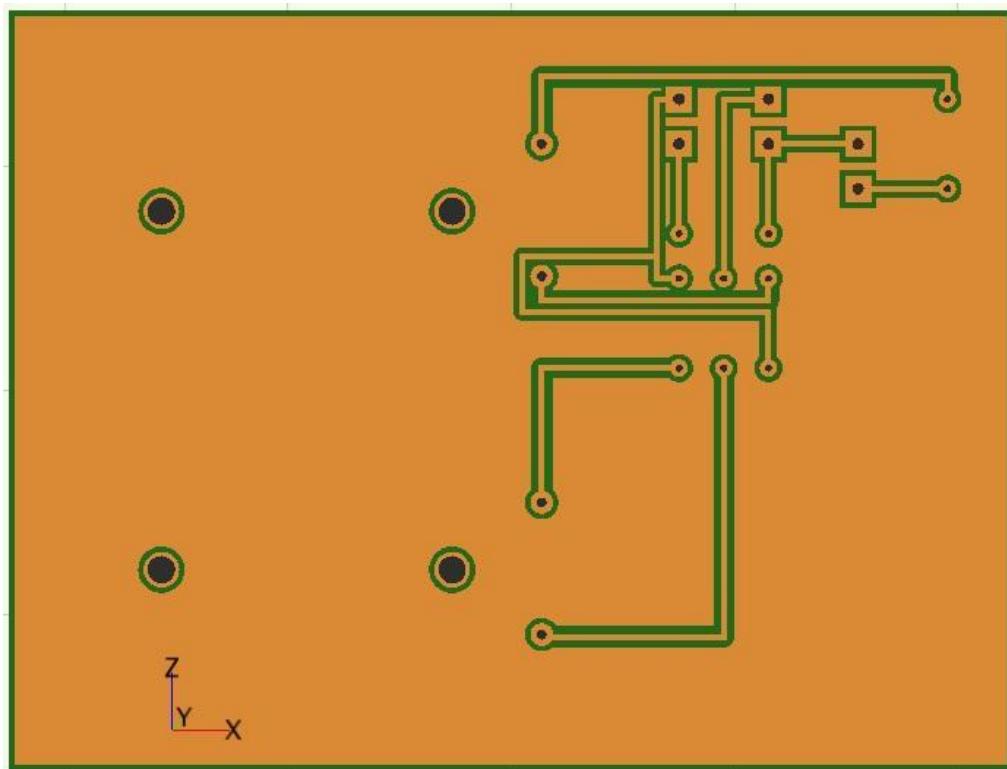


Рис.9 Вид  
платы  
снизу.

## 2.2. Расчет электрической цепи аналитически

1. Найдем направления токов в цепи (Рис.10).

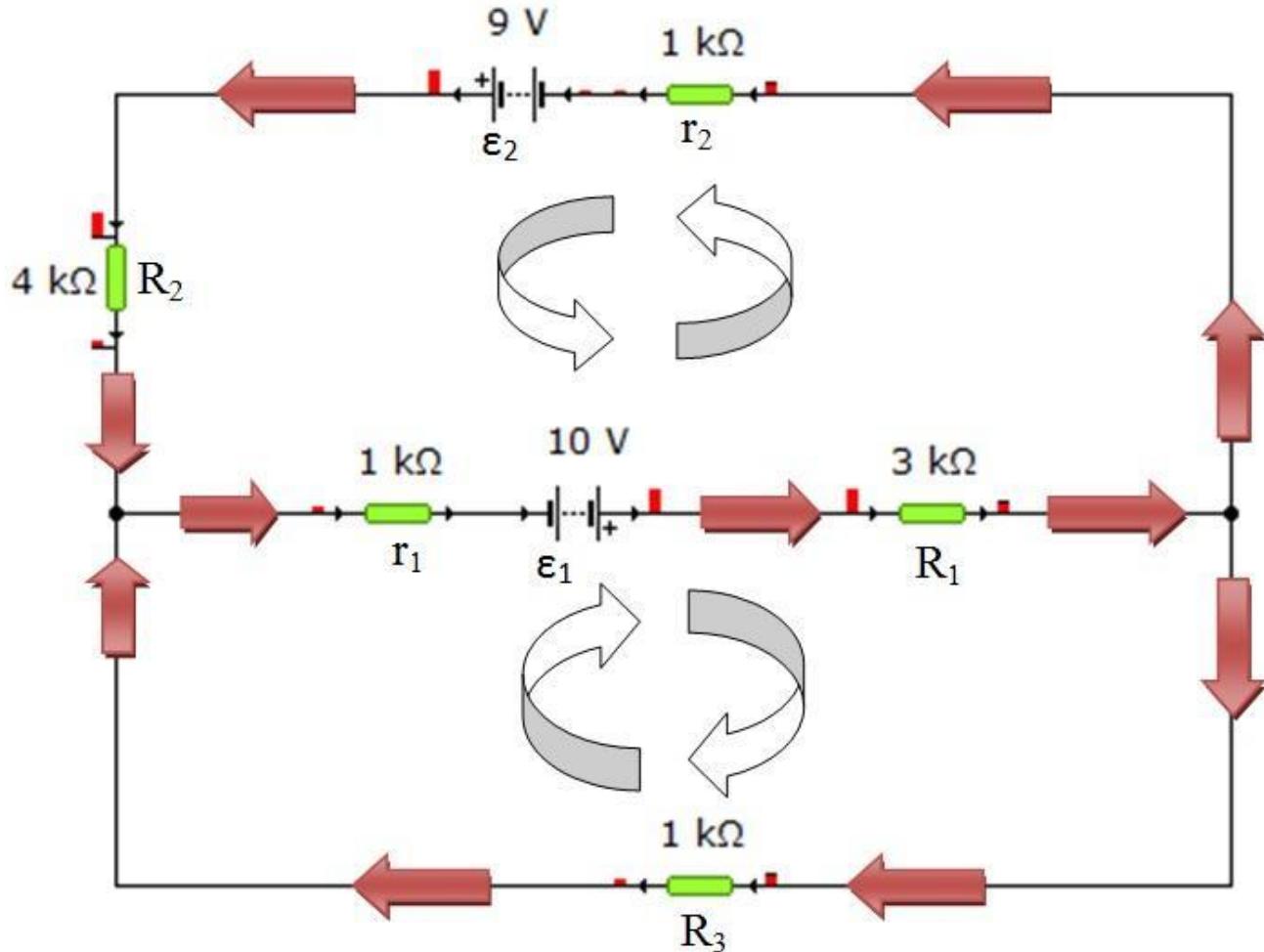


Рис.10. Направление тока в контуре

2. Составим уравнения для данной цепи по первому и второму правилу Кирхгофа.

Обозначим  $R_1' = R_1 + r_1$ ,  $R_2' = R_2 + r_2$

$$\left\{ \begin{array}{l} I_1 - I_2 - I_3 = 0 \\ R_1' * I_1 + R_2' * I_2 = \varepsilon_1 + \varepsilon_2 \\ R_1' * I_1 + R_3 * I_3 = \varepsilon_1 \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} I_1 - I_2 - I_3 = 0 \\ 4000I_1 + 5000I_2 = 19 \\ 4000I_1 + 1000I_3 = 10 \end{array} \right.$$

3. Решим полученную систему матричным способом по методу Крамера.

$$1 \quad -1 \quad -1$$

$$\Delta = \begin{vmatrix} 4000 & 5000 & 0 \\ 4000 & 0 & 1000 \end{vmatrix} = 5*10^6 + 20*10^6 + 4*10^6 = 29*10^6$$

$$\Delta_1 = \begin{vmatrix} 0 & -1 & -1 \\ 19 & 5000 & 0 \\ 10 & 0 & 1000 \end{vmatrix} = 50*10^3 + 19*10^3 = 69*10^3$$

$$\Delta_2 = \begin{vmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 4000 & 19 & 0 \\ 4000 & 10 & 1000 \end{vmatrix} = 19*10^3 - 40*10^3 + 4*19*10^3 = 55*10^3$$

$$\Delta_3 = \begin{vmatrix} 1 & -1 & 0 \\ 4000 & 5000 & 19 \\ 4000 & 0 & 10 \end{vmatrix} = 50*10^3 - 4*19*10^3 + 40*10^3 = 14*10^3$$

$$I_1 = \frac{\Delta_1}{\Delta} = \frac{69*10^3}{29*10^6} = 2,379 * 10^{-3} = 2,379 \text{ mA}$$

$$I_2 = \frac{\Delta_2}{\Delta} = \frac{55*10^3}{29*10^6} = 1,896 * 10^{-3} = 1,896 \text{ mA}$$

$$I_3 = \frac{\Delta_3}{\Delta} = \frac{14*10^3}{29*10^6} = 0,483 * 10^{-3} = 0,483 \text{ mA}$$

Решение этой же системы по методу Крамера с помощью программы MathCAD(Рис.11).

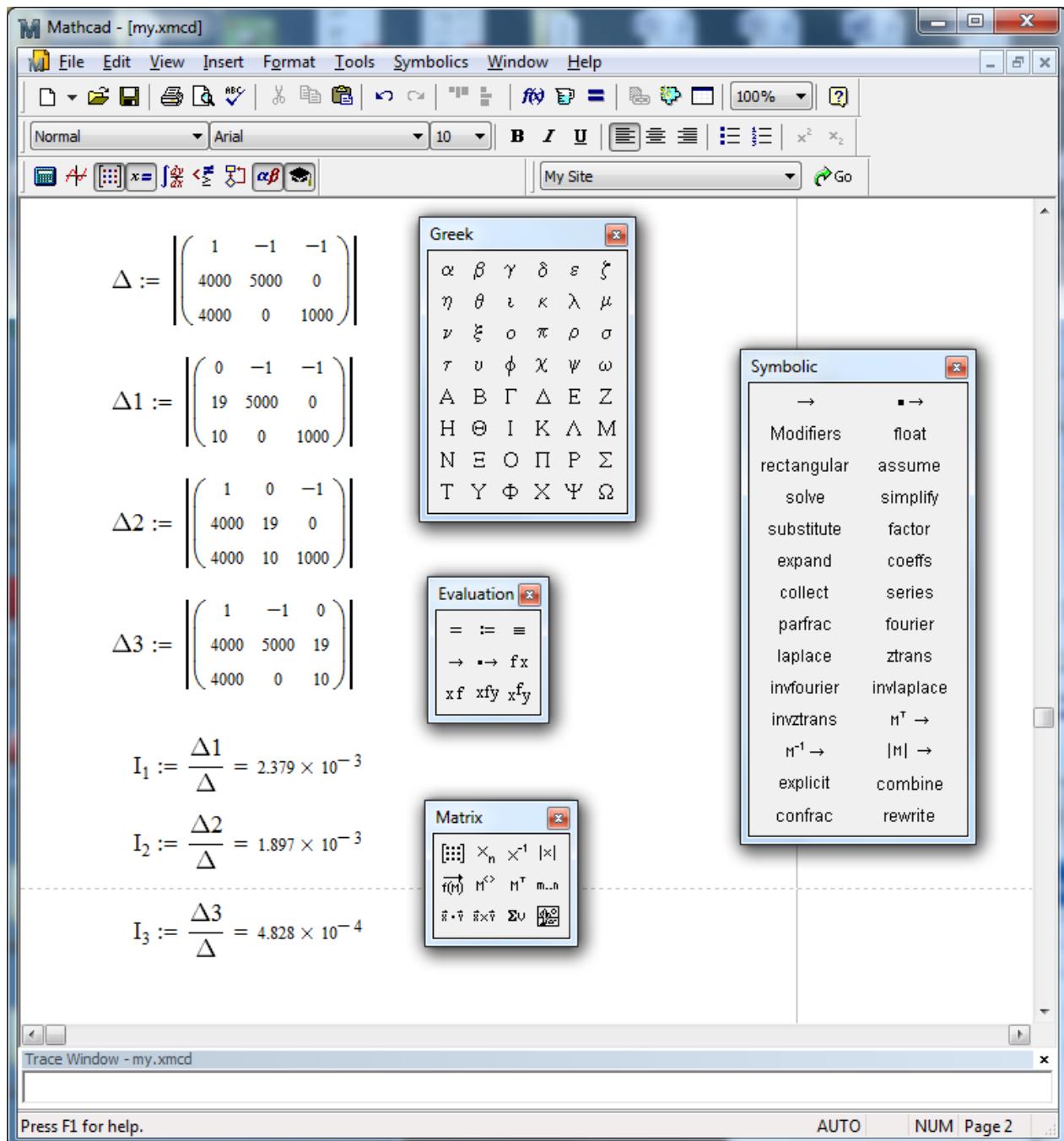


Рис.11 Решение квадратной матрицы методом Крамера в программе MathCAD.

Решение этой же системы с использованием оператора `solve` с помощью программы MathCAD(Рис.12).

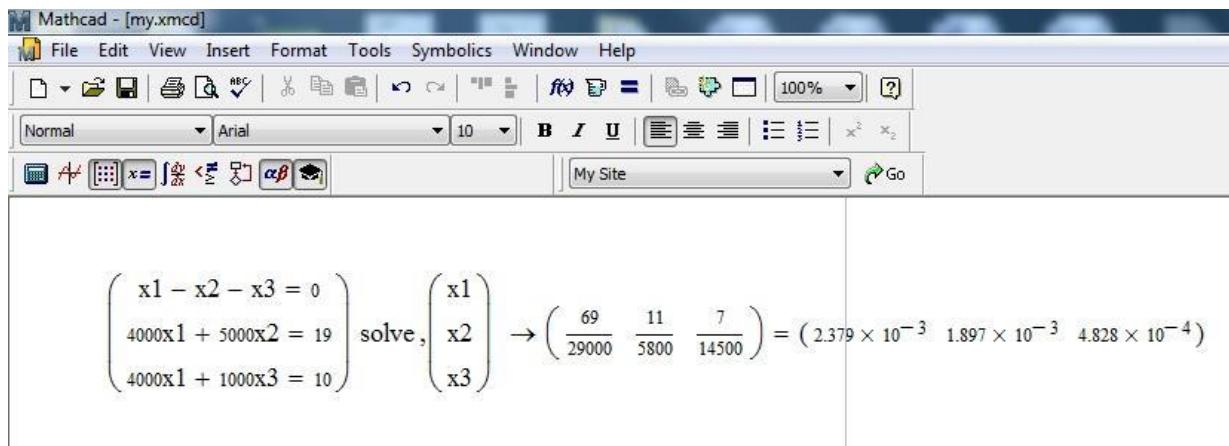


Рис.12 Решение системы уравнений с использованием оператора solve.

Как мы видим результаты ( $I_1, I_2, I_3$ ) всех методов вычисления сошлись.

## Заключение

В результате выполнения данной работы я научился рассчитывать электрические цепи по правилам Кирхгофа, работать с такими программами как Crocodile Technology 3D и MathCAD. Так же я научился работать в среде Google Docs и пользоваться Gmail. Применение программ MathCAD и Crocodile Technology при расчете и моделировании задач электрических цепей одновременно обеспечивают требуемую точность результатов и наглядное представление электрических схем. Но основное и главное преимущество данных прикладных программ в том, что они избавляют от ошибок вычисления вручную и различных погрешностей при выполнении проектов.

## *Список использованной литературы*

*Использованы материалы и статьи из сайта ru.wikipedia.org*

- 1 [http://ru.wikipedia.org/wiki/Метод\\_Крамера](http://ru.wikipedia.org/wiki/Метод_Крамера)
- 2 [https://ru.wikipedia.org/wiki/Правила\\_Кирхгофа](https://ru.wikipedia.org/wiki/Правила_Кирхгофа)
- 3 [http://ru.wikipedia.org/wiki/Google\\_Docs](http://ru.wikipedia.org/wiki/Google_Docs)

