

**Ташкентский университет информационных  
технологий**

**Проектная работа  
по предмету ФИЗИКА  
на тему: «Правила Кирхгофа»**

**Выполнил:**

Студент группы 424-15

Соха Батыров

**Проверил:**

Хамидов В. С.

**Содержание.**

<b>Введение</b> .....	3
<b>1. Теоретическая часть</b> .....	4
1.1. Правила Кирхгофа.....	4
1.2. Метод Крамера.....	5
1.3. Возможности программ CrocodileTechnology, Mathcad и Google Docs.....	11
1.3.1. MathCad .....	11
1.3.2. CrocodileTechnology.....	12
1.3.3. 17 полезных функций Google Docs.....	12
<b>2. Основная часть</b> .....	24
2.1. Расчет электрической цепи аналитически.....	24
2.2. Проведение расчетов на MathCad(скрины).....	25
2.3 Построение электрической цепи в CrocTechnology.....	27
<b>Заключение</b> .....	30
<b>Список литературы</b> .....	31

## ***Введение.***

Практическая работа содержит в себе элементы познавательного характера, с помощью которых, мы сможем использовать правила Кирхгофа, научимся использовать метод Крамера, пользоваться вспомогательными программами, такими как: CrocodileTechnology и Mathcad, облегчающие работу при создании электрической цепи, а также проводить расчеты разного характера.

В данной работе мы должны собрать цепь и рассчитать её, а также найти токи протекающие по ней, с помощью вышеуказанных методов и вспомогательных программ.

## Теоретическая часть.

### 1.1. Правила Кирхгофа.

Расчет разветвленных цепей с помощью закона Ома довольно сложен. Эта задача решается более просто с помощью двух правил немецкого физика Г. Кирхгофа (1824 – 1887).

**Первое правило Кирхгофа** утверждает, что алгебраическая сумма токов, сходящихся в любом узле цепи равна нулю:

В случае установившегося постоянного тока в цепи ни в одной точке проводника, ни на одном из его участков не должны накапливаться электрические заряды (узел – любой участок цепи, где сходятся более двух проводников (рис. 1)).

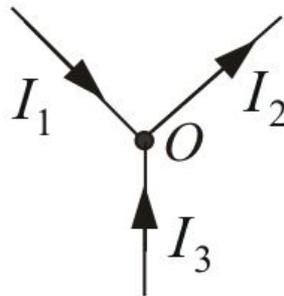


Рис. 1

Токи, сходящиеся к узлу, считаются положительными:

**Второе правило Кирхгофа** является обобщением закона Ома для разветвленной цепи.

Для произвольного замкнутого контура с произвольным числом разветвлений (рис. 2) можно записать для каждого элемента контура:

$$\phi_2 - \phi_3 + E_1 = I_1 R_1;$$

$$\phi_3 - \phi_1 + E_2 = I_2 R_2;$$

$$\phi_1 - \phi_2 + E_3 = I_3 R_3.$$

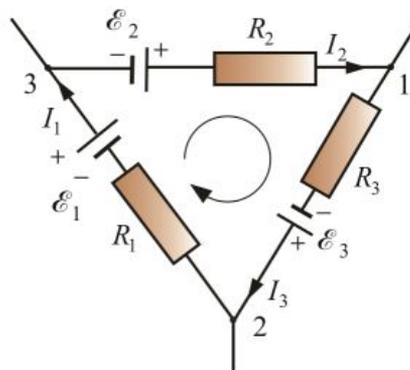


Рис. 2

Складывая эти уравнения получим **второе правило Кирхгофа**:

$$\sum_k I_k R_k = \sum_k E_k$$

В любом замкнутом контуре электрической цепи **алгебраическая сумма произведения тока на сопротивление равна алгебраической сумме ЭДС, действующих в этом же контуре.**

Обход контуров осуществляется по часовой стрелке, если направление обхода совпадает с направлением тока, то ток берется со знаком «плюс».

## 1.2. Метод Крамера.

Метод Крамера применяется для решения систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ), в которых число неизвестных переменных равно числу уравнений и определитель основной матрицы отличен от нуля. В этой статье мы разберем как по методу Крамера находятся неизвестные переменные и получим формулы. После этого перейдем к примерам и подробно опишем решение систем линейных алгебраических уравнений методом Крамера.

### Метод Крамера - вывод формул.

Пусть нам требуется решить систему линейных уравнений вида

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

где  $x_1, x_2, \dots, x_n$  – неизвестные переменные,  $a_{ij}, i = 1, 2, \dots, n, j = 1, 2, \dots, n$  – числовые коэффициенты,  $b_1, b_2, \dots, b_n$  – свободные члены. Решением СЛАУ называется такой набор значений  $x_1, x_2, \dots, x_n$  при которых все уравнения системы обращаются в тождества.

В матричном виде эта система может быть записана как  $A \cdot X = B$ ,

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

где  $A$  - основная матрица системы, ее элементами

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

являются коэффициенты при неизвестных переменных,  $B$  - матрица -

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

столбец свободных членов, а  $X$  - матрица - столбец неизвестных переменных. После нахождения неизвестных переменных  $x_1, x_2, \dots, x_n$ , матрица

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

становится решением системы уравнений и равенство  $A \cdot X = B$

обращается в тождество .

Будем считать, что матрица  $A$  - невырожденная, то есть, ее определитель отличен от нуля. В этом случае система линейных алгебраических уравнений имеет единственное решение, которое может быть найдено методом Крамера. (Методы решения систем при разобраны в разделе [решение систем линейных алгебраических уравнений](#)).

Метод Крамера основывается на двух свойствах определителя матрицы:

1. Определитель квадратной матрицы

$$A = \left\| a_{ij} \right\|, \quad i = 1, 2, \dots, n, \quad j = 1, 2, \dots, n$$

равен сумме произведений

элементов какой-либо строки (столбца) на их алгебраические дополнения:

$$\begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{vmatrix} = a_{p1} \cdot A_{p1} + a_{p2} \cdot A_{p2} + \dots + a_{pn} \cdot A_{pn} =$$

$$= a_{1q} \cdot A_{1q} + a_{2q} \cdot A_{2q} + \dots + a_{nq} \cdot A_{nq}$$

$p = 1, 2, \dots, n, \quad q = 1, 2, \dots, n$

2. Сумма произведений элементов какой-либо строки (столбца) квадратной матрицы на алгебраические дополнения соответствующих элементов другой

$$a_{p1} \cdot A_{q1} + a_{p2} \cdot A_{q2} + \dots + a_{pn} \cdot A_{qn} = 0$$

$$a_{1p} \cdot A_{1q} + a_{2p} \cdot A_{2q} + \dots + a_{np} \cdot A_{nq} = 0$$

$$p = 1, 2, \dots, n, \quad q = 1, 2, \dots, n, \quad p \neq q$$

строки (столбца) равна нулю:

Итак, приступим к нахождению неизвестной переменной  $x_1$ . Для этого умножим обе части первого уравнения системы на  $A_{11}$ , обе части второго уравнения – на  $A_{21}$ , и так далее, обе части  $n$ -ого уравнения – на  $A_{n1}$  (то есть, уравнения системы умножаем на соответствующие алгебраические дополнения первого столбца матрицы  $A$ ):

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

Сложим все левые части уравнения системы, сгруппировав слагаемые при неизвестных переменных  $x_1, x_2, \dots, x_n$ , и приравняем эту сумму к сумме всех правых

$$\begin{aligned} & x_1 \cdot (A_{11}a_{11} + A_{21}a_{21} + \dots + A_{n1}a_{n1}) + \\ & + x_2 \cdot (A_{11}a_{12} + A_{21}a_{22} + \dots + A_{n1}a_{n2}) + \\ & + \dots + \\ & + x_n \cdot (A_{11}a_{1n} + A_{21}a_{2n} + \dots + A_{n1}a_{nn}) = \\ & = A_{11}b_1 + A_{21}b_2 + \dots + A_{n1}b_n \end{aligned}$$

частей уравнений:

Если обратиться к озвученным ранее свойствам определителя, то имеем

$$\begin{aligned}
 A_{11}a_{11} + A_{21}a_{21} + \dots + A_{n1}a_{n1} &= |A| \\
 A_{11}a_{12} + A_{21}a_{22} + \dots + A_{n1}a_{n2} &= 0 \\
 \vdots & \\
 A_{11}a_{1n} + A_{21}a_{2n} + \dots + A_{n1}a_{nn} &= 0 \\
 A_{11}b_1 + A_{21}b_2 + \dots + A_{n1}b_n &= \begin{vmatrix} b_1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ b_2 & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ b_n & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{vmatrix}
 \end{aligned}$$

$$x_1 \cdot |A| = \begin{vmatrix} b_1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ b_2 & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ b_n & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{vmatrix}$$

и предыдущее равенство примет вид

$$x_1 = \frac{\begin{vmatrix} b_1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ b_2 & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ b_n & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{vmatrix}}{|A|}$$

откуда

Аналогично находим  $x_2$ . Для этого умножаем обе части уравнений системы на алгебраические дополнения второго столбца матрицы  $A$ :

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

Складываем все уравнения системы, группируем слагаемые при неизвестных переменных  $x_1, x_2, \dots, x_n$  и применяем свойства определителя:

$$\begin{aligned}
 & x_1 \cdot (A_{12}a_{11} + A_{22}a_{21} + \dots + A_{n2}a_{n1}) + \\
 & + x_2 \cdot (A_{12}a_{12} + A_{22}a_{22} + \dots + A_{n2}a_{n2}) + \\
 & + \dots + \\
 & + x_n \cdot (A_{12}a_{1n} + A_{22}a_{2n} + \dots + A_{n2}a_{nn}) = \\
 & = A_{12}b_1 + A_{22}b_2 + \dots + A_{n2}b_n
 \end{aligned}
 \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow x_1 \cdot 0 + x_2 \cdot |A| + \dots + x_n \cdot 0 = \begin{vmatrix} a_{11} & b_1 & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & b_2 & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & b_n & \dots & a_{nn} \end{vmatrix} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow x_2 \cdot |A| = \begin{vmatrix} a_{11} & b_1 & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & b_2 & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & b_n & \dots & a_{nn} \end{vmatrix}$$

Откуда

$$x_2 = \frac{\begin{vmatrix} a_{11} & b_1 & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & b_2 & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & b_n & \dots & a_{nn} \end{vmatrix}}{|A|}$$

Аналогично находятся оставшиеся неизвестные переменные.

Если обозначить

$$\Delta = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{vmatrix}, \quad \Delta_{x_1} = \begin{vmatrix} b_1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ b_2 & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ b_n & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{vmatrix},$$

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

то получаем **формулы для нахождения неизвестных переменных по методу**

$$x_1 = \frac{\Delta_{x_1}}{\Delta}, \quad x_2 = \frac{\Delta_{x_2}}{\Delta}, \quad \dots, \quad x_n = \frac{\Delta_{x_n}}{\Delta}.$$

**Крамера .**

**Замечание.**

Если система линейных алгебраических уравнений однородная, то

есть  $b_1 = b_2 = \dots = b_n = 0$ , то она имеет лишь тривиальное

решение  $x_1 = x_2 = \dots = x_n = 0$  (при  $|A| \neq 0$ ). Действительно, при нулевых

свободных членах все определители  $\Delta_{x_1}, \Delta_{x_2}, \dots, \Delta_{x_n}$  будут равны нулю, так как будут содержать столбец нулевых элементов. Следовательно,

формулы  $x_1 = \frac{\Delta_{x_1}}{\Delta}, x_2 = \frac{\Delta_{x_2}}{\Delta}, \dots, x_n = \frac{\Delta_{x_n}}{\Delta}$  дадут  $x_1 = x_2 = \dots = x_n = 0$ .

### **1.3. Возможности программ CrocodileTechnology, MathCad u Google Docs.**

**1.3.1 PTC Mathcad Prime** – это новое и единственное решение для ведения инженерных вычислений, которое одновременно позволяет вести сами вычисления и документировать их, существенно снижая риск появления дорогостоящих ошибок. PTC Mathcad Prime позволяет инженерам заниматься проектированием, выполнять вычисления и документировать работу в легко читаемом формате, удобном для совместного и повторного использования. Mathcad Prime отличается надежностью, простотой использования и обладает всеми функциональными возможностями, необходимыми для решения комплексных задач, требующих применения математического аппарата.

Использование вычислений в Mathcad Prime в процессе инженерной деятельности значительно упрощено благодаря "бесшовной" интеграции Mathcad Prime с всемирно известными инженерными и офисными приложениями. Все это облегчает совместную работу инженеров на всех этапах разработки, решение задач верификации, сертификации и публикации инженерных документов.

Результатом использования Mathcad Prime является ускорение процессов разработки изделий более чем на 40%, повышение их качества, лучшее соответствие потребительским требованиям и стандартам. Mathcad Prime используется во всех сферах экономической деятельности и является качественным инструментом для повышения прибыльности и конкурентоспособности предприятий.

### **Функциональные возможности PTC Mathcad Prime:**

Mathcad Prime позволяет объединить инженерно-ориентированные математические записи, форматированные тексты, графики и изображения в единый документ, что облегчает визуализацию, проверку и документирование знаний и совместное выполнение работы.

Mathcad Prime позволяет брать производные, рассчитывать корни уравнений, анализировать данные, решать системы уравнений и обыкновенные дифференциальные уравнения. При изменении любого числа, переменной или уравнения автоматически выполняется мгновенный перерасчет всех данных в документе.

Легко выполняется преобразование единиц измерения из одной системы в другую. Mathcad Prime помогает находить ошибки, сделанные в единицах измерения, используемых в вычислениях. Единицы измерения поддерживаются в функциях, графиках и массивах.

Данные можно импортировать из таблиц Excel, анализировать и экспортировать обратно в Excel. Mathcad Prime легко интегрируется с другими инженерными приложениями PTC. Математические расчеты можно переносить в САПР Creo Parametric (ранее Pro/ENGINEER) и применять результаты к конструкциям. Для распространения документов и расчетов в организациях и территориально распределённых командах можно использовать систему управления данными Windchill Workgroup Manager.

**1.3.2. Crocodile Technology 3D** объединяет в себе электронный проект, программирование PIC, механизмы 3D и моделирование 3D PCB. 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.

### **1.3.3.17 полезных функций Google Docs.**

**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

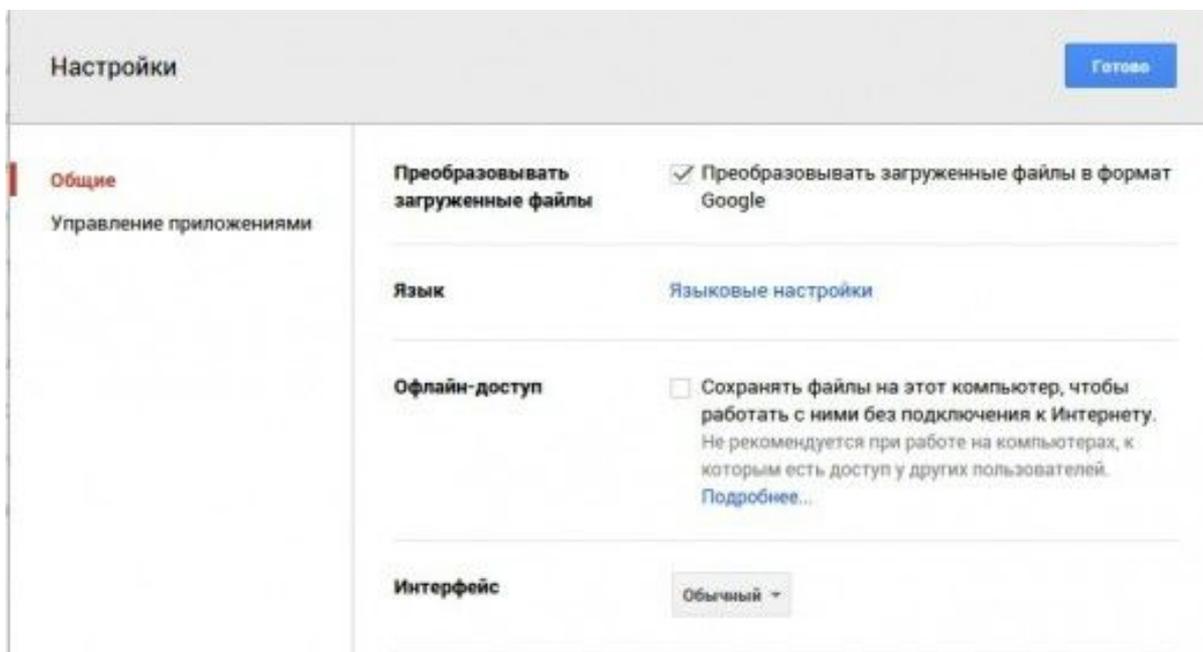
итоге слияния **Writely** и **Google Spreadsheets**. Позднее функциональность приложения была расширена при помощи офисного пакета Quickoffice<sup>1</sup>, приобретённого поисковой корпорацией в 2012 году<sup>[3]</sup>. Для мобильных платформ Google Android и [Apple iOS](#) компания разрабатывает специальную редакцию приложений, созданных с помощью Android SDK и Xcode.

Это веб-ориентированное программное обеспечение, то есть программа, работающая в рамках веб-браузера без установки 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).

Многим кажется, что в онлайн-овом текстовом редакторе Google Docs можно только набирать несложные тексты, ни на что большее он просто не пригоден. На самом деле это далеко не так. В недрах этого веб-приложения кроется множество полезных функций, которые помогут вам работать не хуже, чем в каком-то там Microsoft Office.

## **1. Включите офлайн-овый доступ.**

Google Docs умеет работать в автономном режиме. При этом вы можете создавать новые и продолжать редактировать уже имеющиеся документы. При следующем подключении к Интернету все изменения будут синхронизированы. Для активации этой функции откройте сайт Google Drive и зайдите в меню настроек, которое появляется после нажатия на кнопку с шестерёнкой.

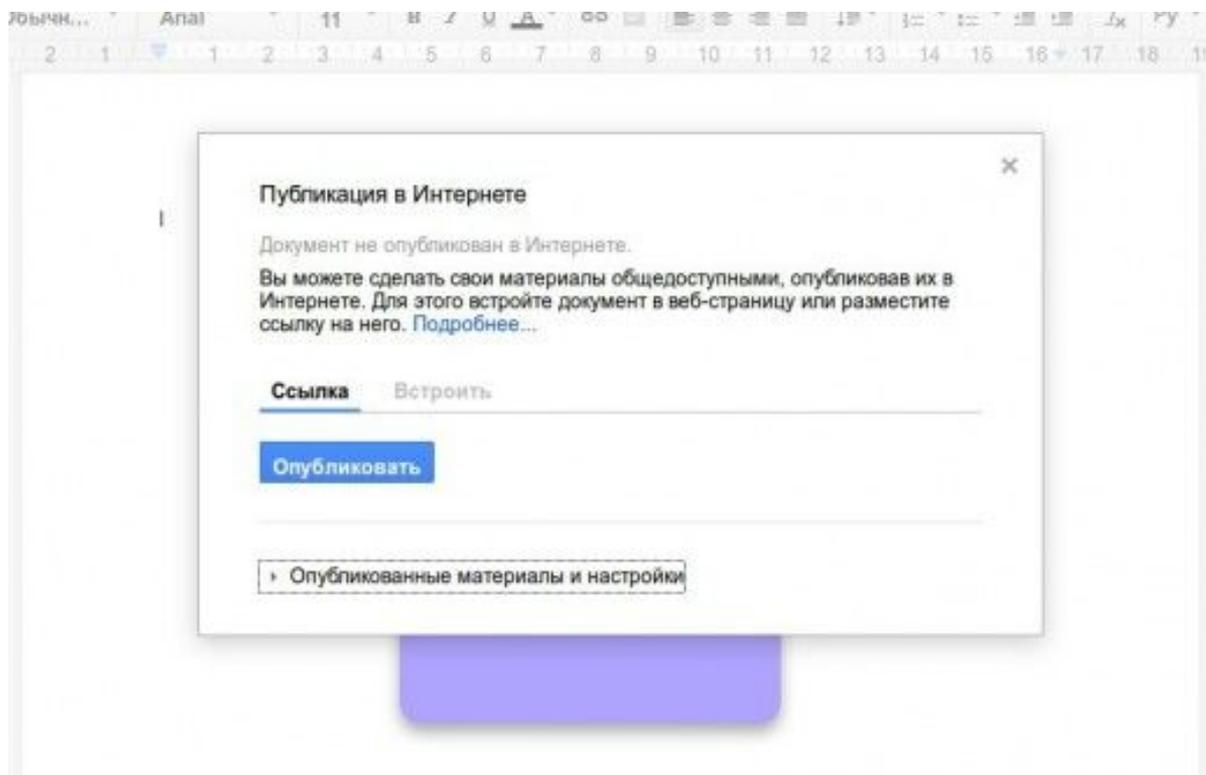


## 2. Совместная работа

Редактор Google Docs предоставляет нам всё необходимое для совместной работы над документами. Вы можете легко расшарить текст, причём имеется возможность тонко настроить права доступа к файлу. Так, вы можете разрешить только просмотр, просмотр и комментирование или даже дать полный доступ к редактированию. В последнем случае все сделанные вашими сотрудниками изменения будут отражаться в реальном времени, и вы будете работать над текстом вместе в буквальном смысле этого слова.

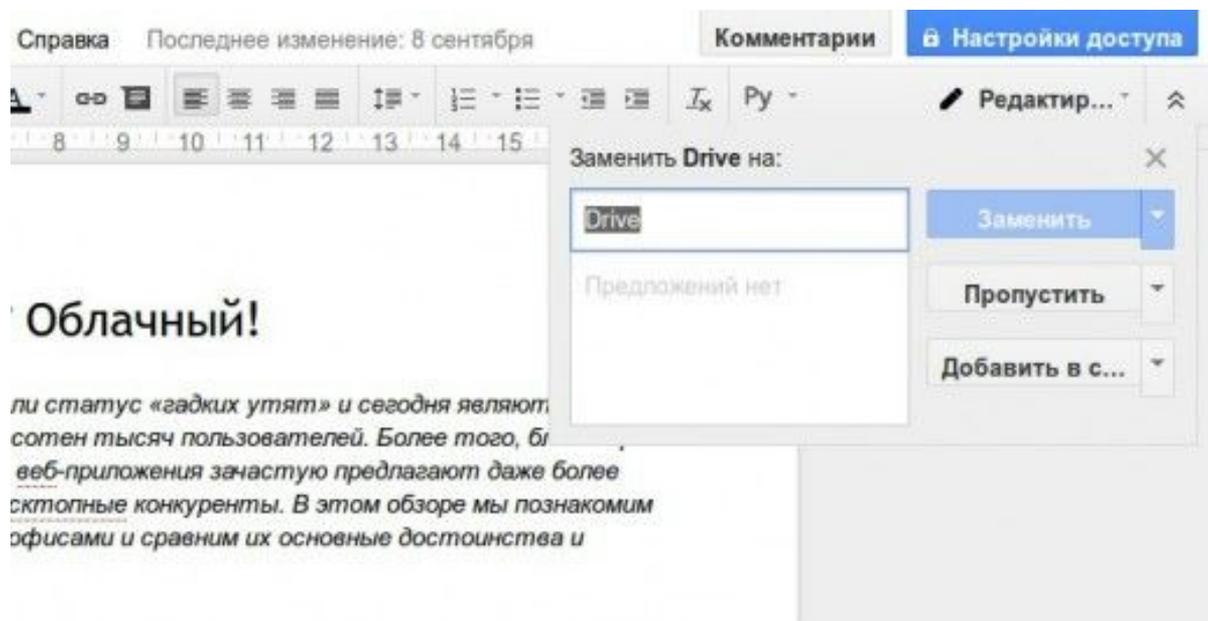
## 3. Публикуйте документы

Готовые документы можно продемонстрировать не только ограниченному кругу сотрудников, но и опубликовать в Сети. Для этого нажмите *Файл* — *Опубликовать в Интернете*. Получите ссылку на веб-страницу или код для вставки документа в свой сайт.



#### 4. Ищите ошибки

Проверять ошибки в редакторе Google Docs вообще не составляет никакого труда. Просто найдите в меню *Инструменты* команду *Проверка правописания*, и перед вами появится небольшая панелька, последовательно отображающая каждую найденную ошибку и предлагающая способы её исправления.



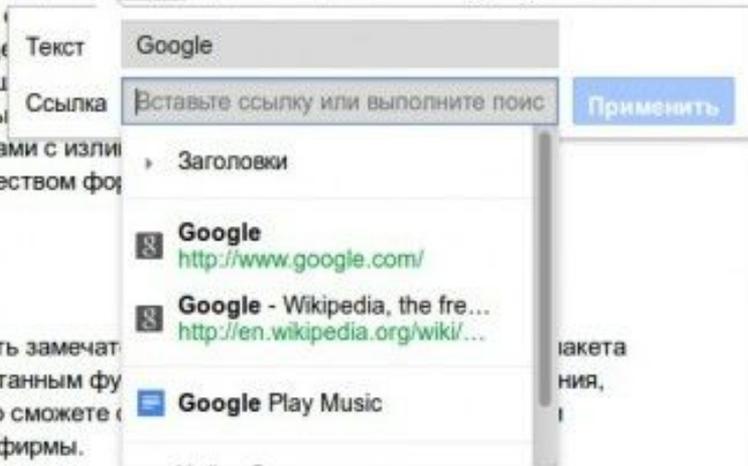
## 5. Вставляйте ссылки

Онлайновый редактор Google содержит удобный инструмент для вставки ссылок. Стоит вам выделить в тексте слово и нажать на кнопку вставки ссылки, как появится всплывающее окошко, предлагающее наиболее вероятные релевантные ссылки. Как правило, это статья из Wikipedia и несколько первых ссылок из поиска Google по данному слову.

Попытка описать возможности офисных программ Google заранее обречена на неудачу, так как простое их перечисление займёт нескоро кончающаяся ни на минуту и каждую неделю поддержку новых функций или устраняющих функционал приложений Google полностью. Если вы не работаете с файлами с излишним количеством громоздкими таблицами с множеством формул, вы почувствуете.

с. 2

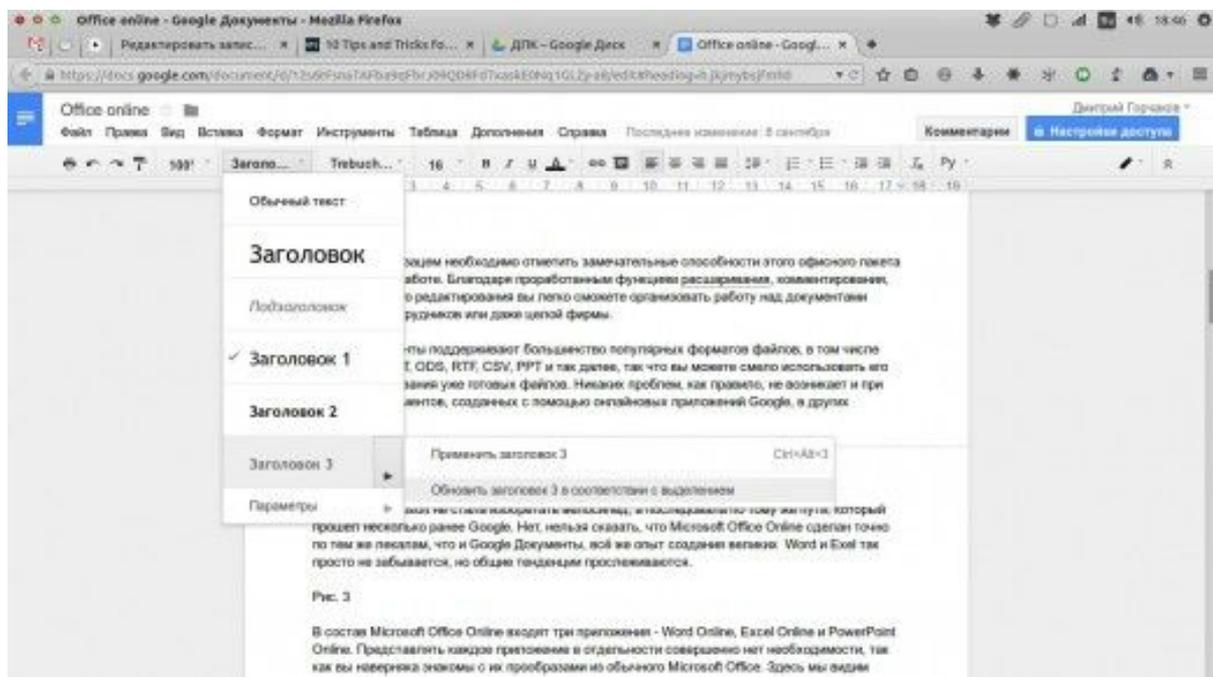
В следующем абзаце необходимо отметить замечательные возможности совместной работы. Благодаря проработанным функциям одновременного редактирования вы легко сможете сотрудничать с коллегами, клиентами или даже целой фирмой.



Google Документы поддерживают большинство популярных форматов файлов, в том числе DOC, XLS, ODT, ODS, RTF, CSV, PPT и так далее, так что вы можете смело использовать его

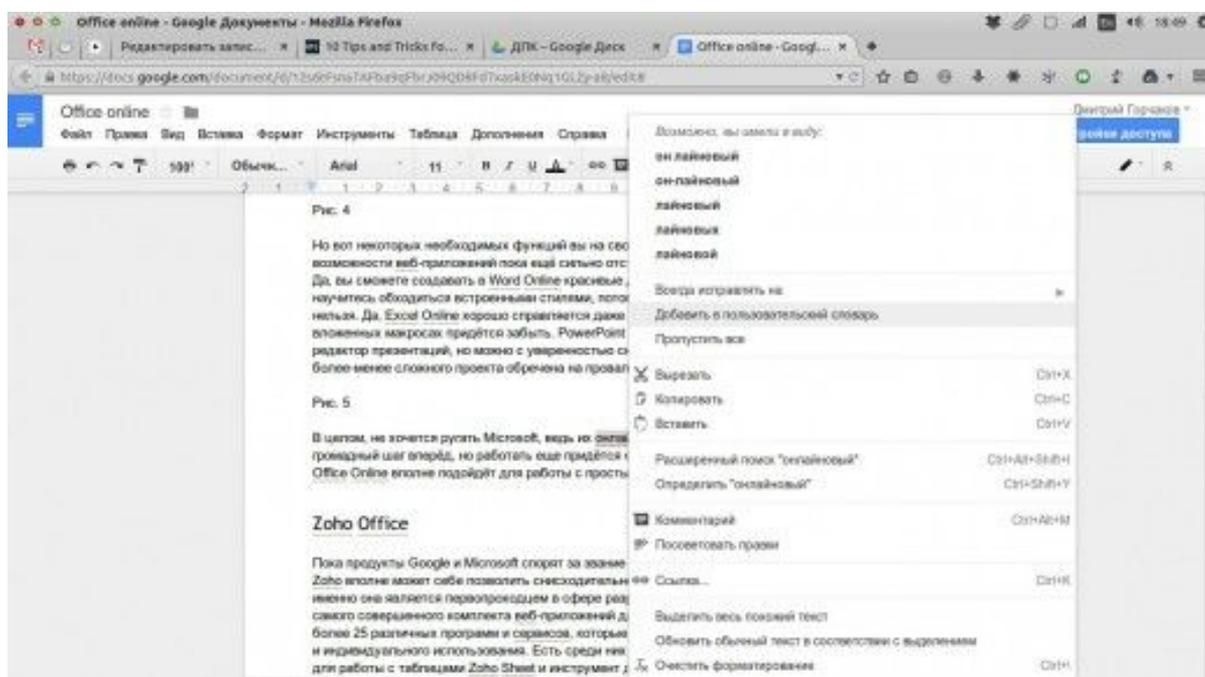
## 6. Используйте свои стили

Если вам не подходят встроенные стили форматирования текста, то легко можно задать свои. Для этого напечатайте текст требуемым шрифтом, а затем в меню выбора стилей выберите команду *Обновить стиль в соответствии с выделением*.



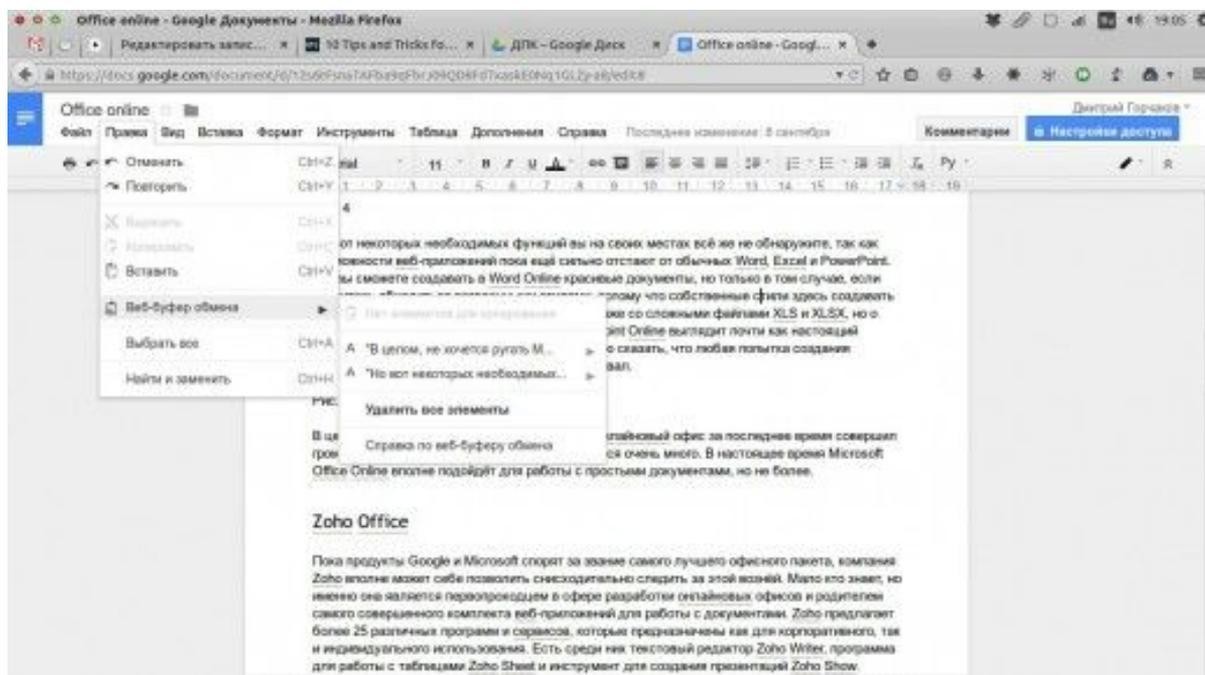
## 7. Персональный словарь

Если редактор постоянно подчёркивает вам слово как неправильное, но вы точно знаете, что это не так, то просто добавьте его в пользовательский словарь. Для этого выделите его в тексте, а затем выберите в контекстном меню команду *Добавить в пользовательский словарь*.



## 8. Веб-буфер обмена

Офисный пакет Google имеет очень интересную функцию, которая называется "Веб-буфер обмена". Эта функция позволяет скопировать сразу несколько отрывков текста, картинок, таблиц и затем вставить их в любой документ Google. Таким образом, это такой безразмерный буфер обмена, который доступен с любого компьютера и действует в пределах офисных программ Google. Доступ к нему можно получить в меню *Правка — Веб-буфер обмена*.



## 9. Расширенный поиск

Инструмент расширенного поиска в Google Docs представляет собой специальную панель, служащую для поиска различной информации в процессе работы над документом. Для её вызова можно воспользоваться специальным пунктом в меню *Инструменты* или сочетанием горячих клавиш *Ctrl + Alt + R*. Более подробно про эту функцию вы сможете узнать из [этой статьи](#).

## 10. Дополнения

Функциональность Google Docs можно расширить с помощью специальных дополнений. Они есть как от сторонних разработчиков, так и от самой компании Google. Обычно они служат для добавления поддержки новых форматов, конвертации файлов и более удобного применения редактора в различных целях. Познакомиться с некоторыми из полезных дополнений вы сможете [здесь](#).

## 11. Вставляйте картинки перетаскиванием с рабочего стола или другого сайта

Не все знают, но в документ Google Docs можно вставлять картинки, просто перетаскивая их со своего рабочего стола или файлового менеджера. А если вам необходимо вставить картинку с другой веб-страницы, то просто перетащите и бросьте её в нужное место в тексте, и она автоматически появится в вашем документе.

## 12. Переводите документы

Если вы работаете с документами на иностранном языке, то в Google Docs есть встроенный переводчик. Он расположен в меню *Инструменты — Перевести документ*.

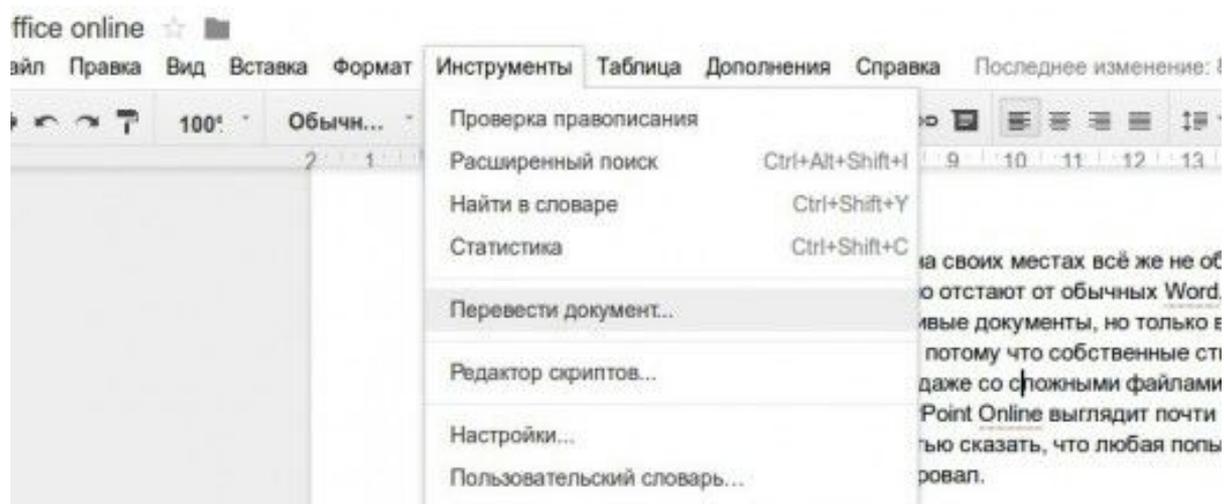


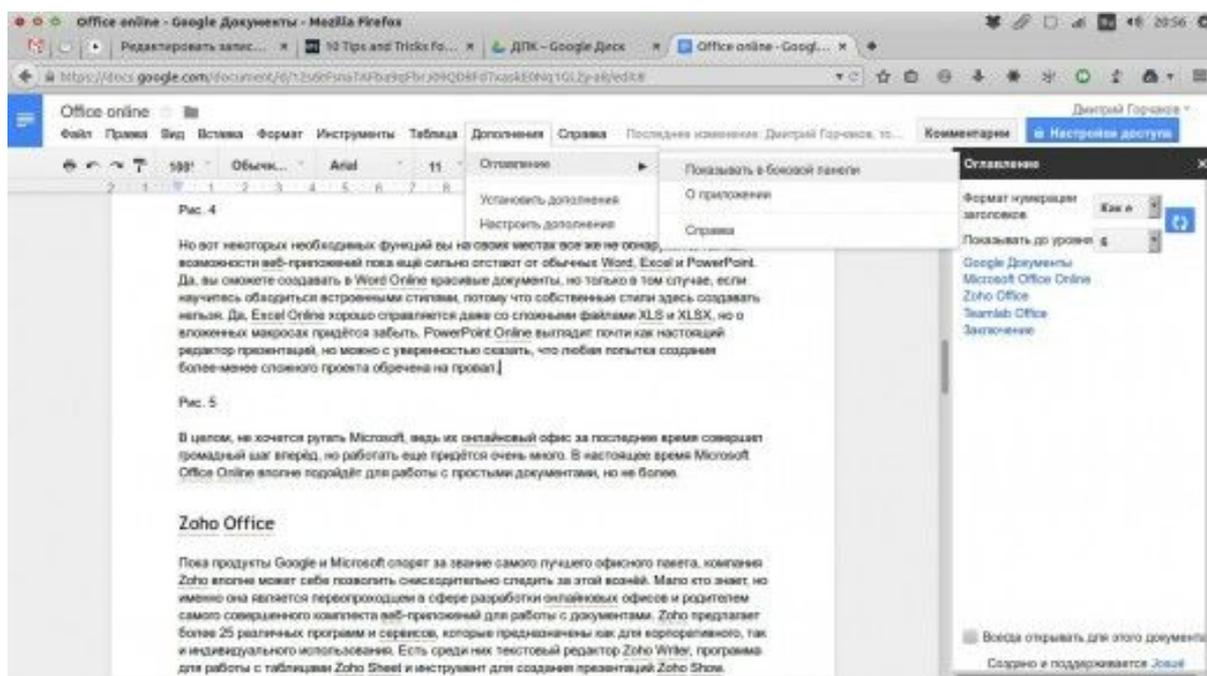
Рис. 5

В целом, не хочется ругать Microsoft, ведь их онлайновый офис за последний громадный шаг вперед, но работать еще придётся очень много. В настоящем Office Online вполне подойдёт для работы с простыми документами, но не

## 13. Навигация по сложным документам

Если вы открыли сложный большой документ, то легко сориентироваться в его структуре поможет отображение оглавления

текста. Эту функцию вы сможете найти в меню *Дополнения* — *Оглавление* — *Показывать в боковой панели*.



#### 14. Включите полноэкранный режим

Многим нравятся специальные текстовые редакторы, которые содержат минимум отвлекающих элементов и занимают весь экран монитора. Это помогает более продуктивно работать и сосредоточиться только на тексте. Активировать подобный режим можно и в Google Docs. Для этого откройте меню *Вид* и снимите флажок с пункта *Показать линейку*. Затем выберите команду *Компактные элементы управления* или *Полный экран*.

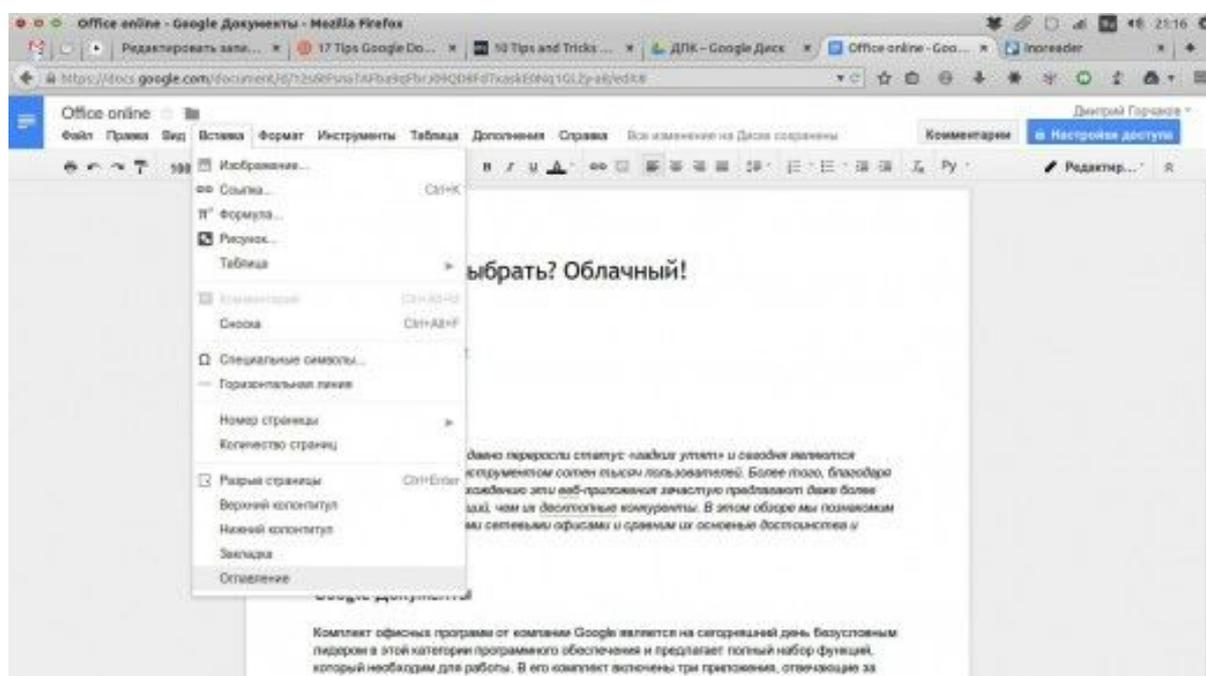
#### 15. Используйте галерею шаблонов

Не забывайте о том, что офисный пакет Google содержит довольно неплохую галерею шаблонов. Она находится по [этому адресу](#), и в ней

содержится множество полезнейших заготовок, которые могут облегчить вашу работу.

## 16. Автоматическая вставка содержания

Если вы хотите вставить в свой документ оглавление, то вовсе не обязательно делать это вручную. Достаточно просто найти в меню *Вставка* пункт *Оглавление*, и редактор всё сделает за вас.

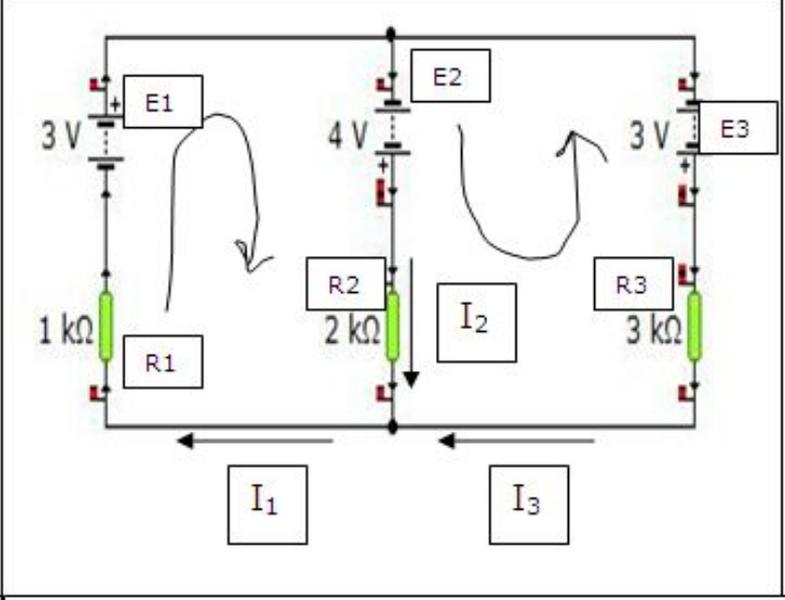


## 17. Применяйте закладки в документе

Иногда бывает, что вам необходимо дать ссылку не на весь документ, который может быть довольно объёмным, а на отдельный абзац. В этом случае нам на помощь придут закладки. Установите курсор в необходимое место в тексте, а затем выберите в меню *Вставка* пункт *Закладка*.

## 2. Основная часть.

### 2.1. Расчет электрической цепи аналитически.

<p><b>Дано:</b></p> <p><math>R_1 = 1\text{кОм};</math></p> <p><math>R_2 = 2\text{кОм};</math></p> <p><math>R_3 = 3\text{кОм};</math></p> <p><math>E_1 = 3\text{В};</math></p> <p><math>E_2 = 4\text{В};</math></p> <p><math>E_3 = 3\text{В}.</math></p>	
<p><math>I_1 - ?</math></p> <p><math>I_2 - ?</math></p> <p><math>I_3 - ?</math></p>	<p><math>I_1 = I_2 + I_3</math></p> <p><math>E_1 + E_2 = R_1 * I_1 + R_2 * I_2</math></p> <p><math>E_2 - E_3 = R_2 * I_2 - R_3 * I_3</math></p> $\begin{aligned} -I_1 + I_2 + I_3 &= 0 \\ 1000 * I_1 + 2000 * I_2 + 0 &= 7 \\ 0 + 2000 * I_2 - 3000 * I_3 &= 1 \end{aligned}$ <p>Решаем уравнение с помощью программы MathCad.</p> <p>Ответ: <math>I_1 = ; I_2 = ; I_3 = .</math></p>

## 2.2. Проведение расчетов на MathCad(скрины).

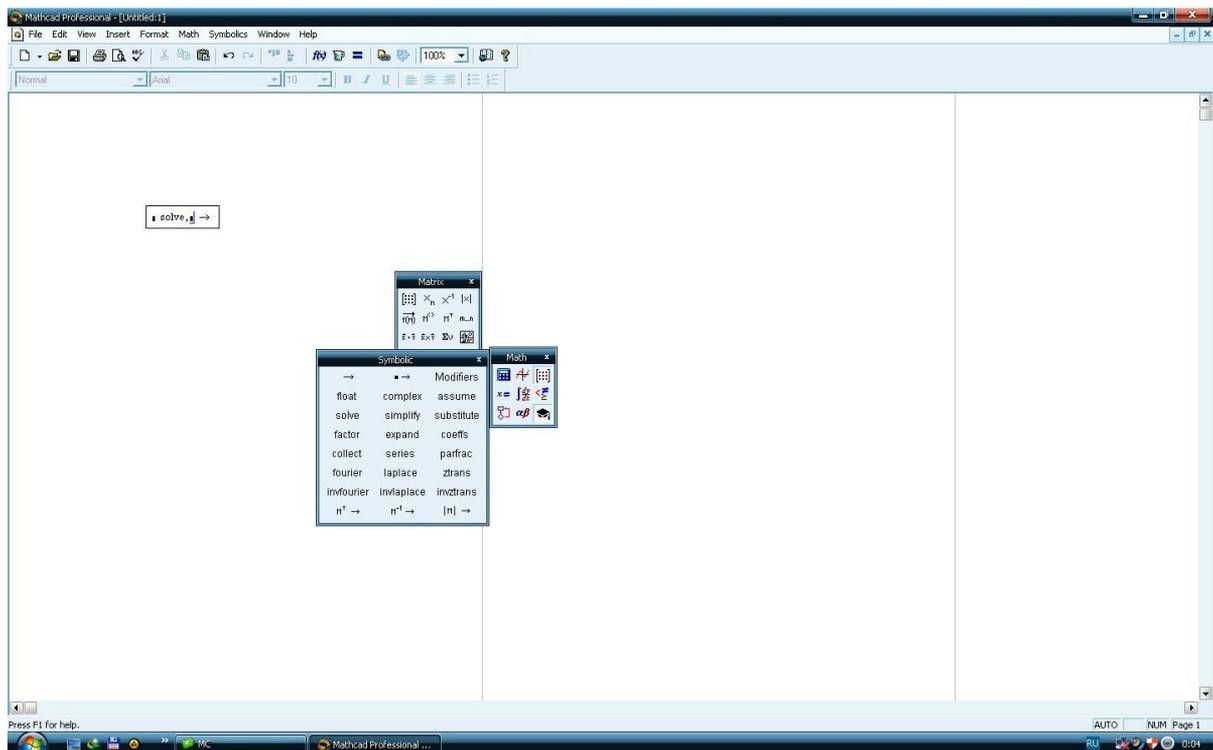


Рис 2.2.1. Вызов оператора "solve".

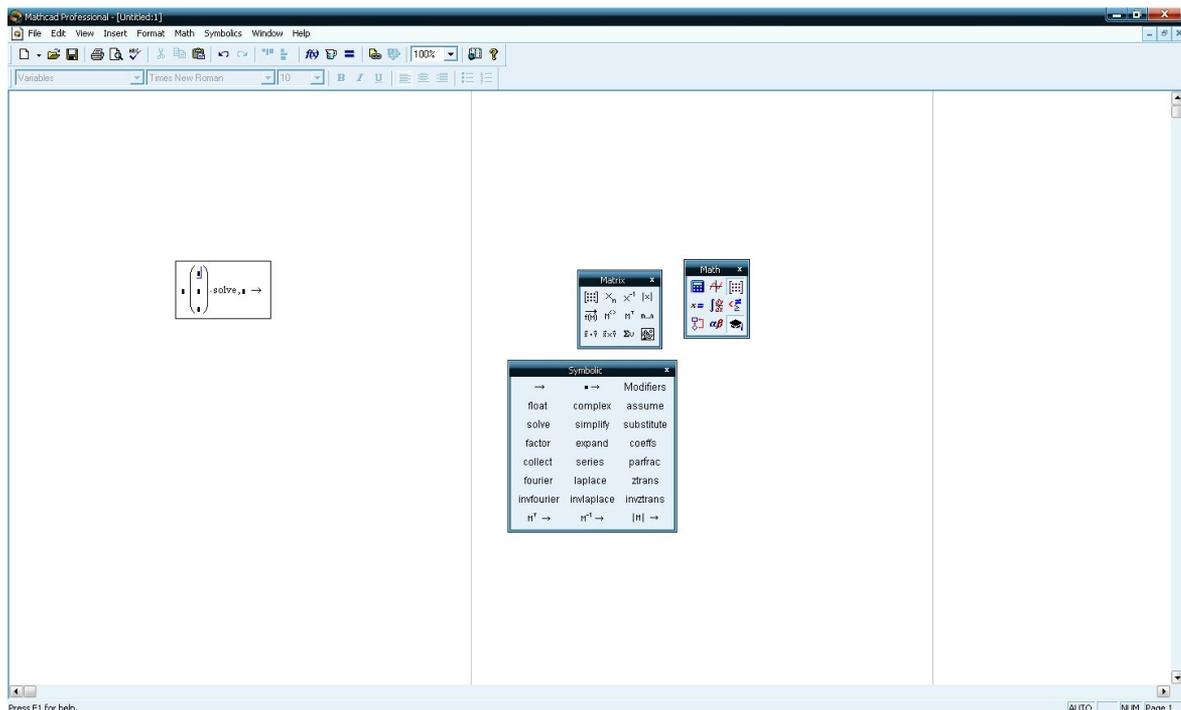
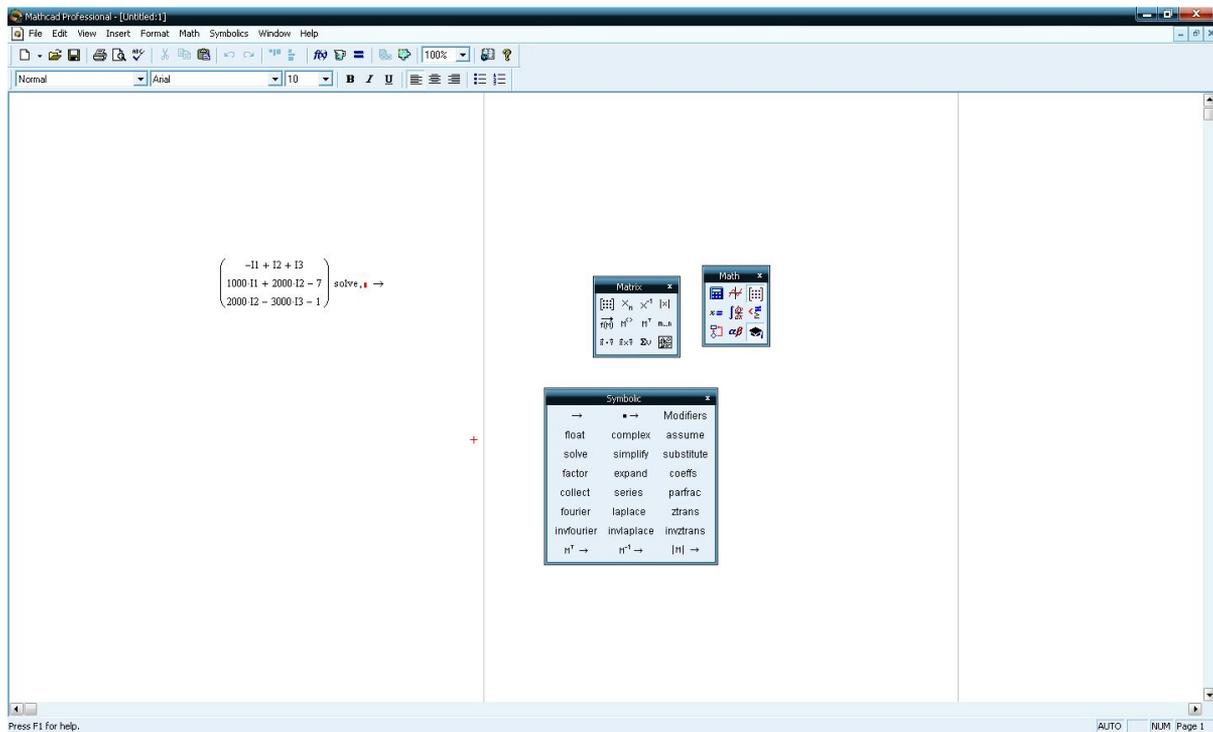
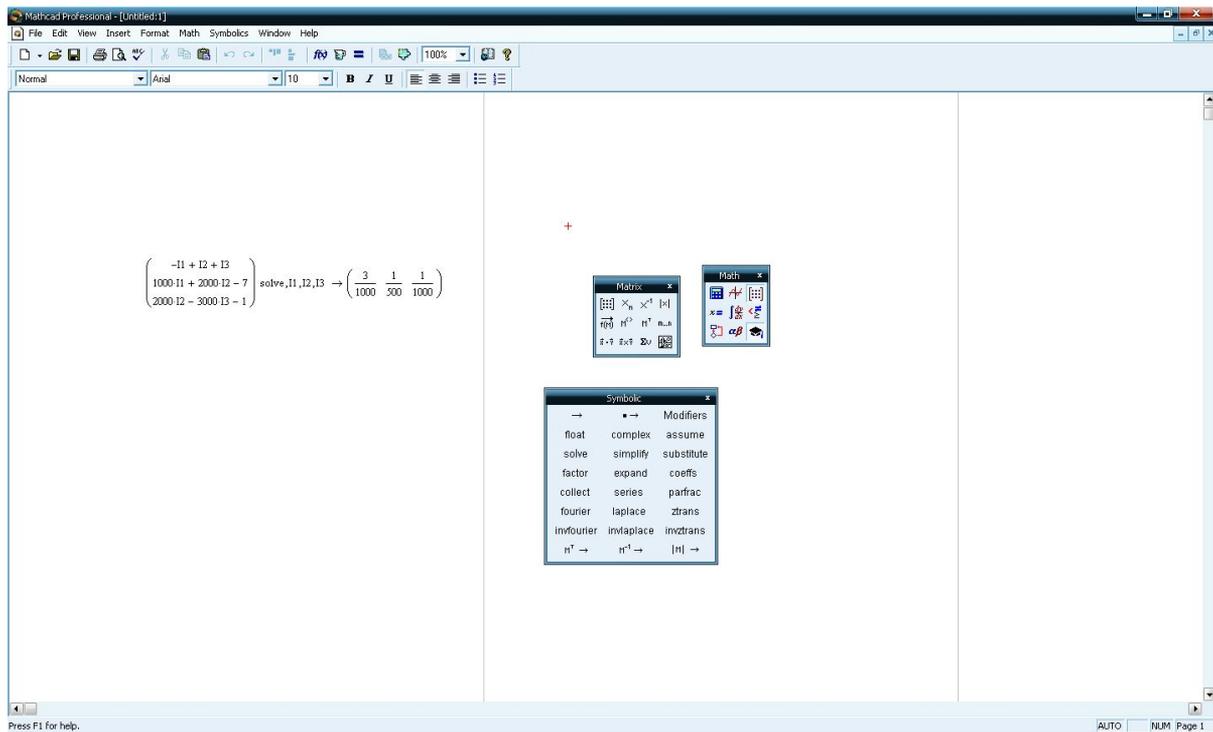


Рис 2.2.2 Вызов Матрицы (3x1).

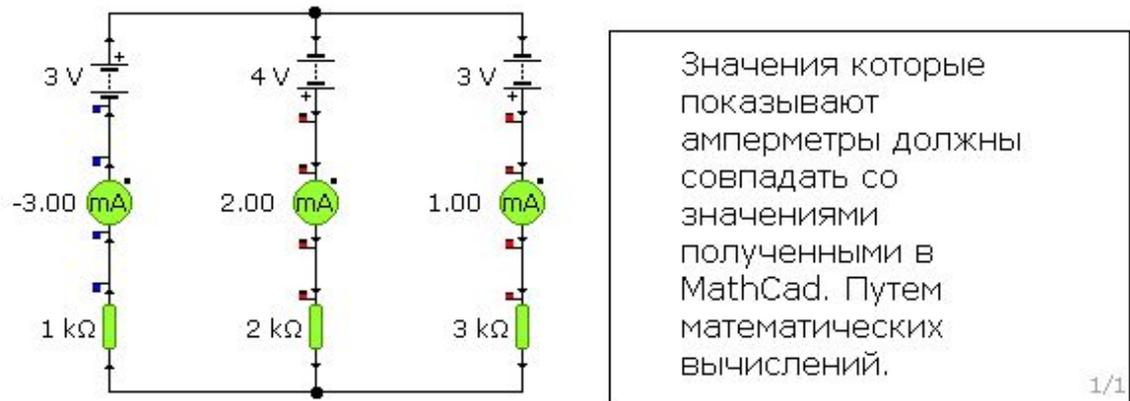


**Рис 2.2.3. Ввод значений в матрицу.**

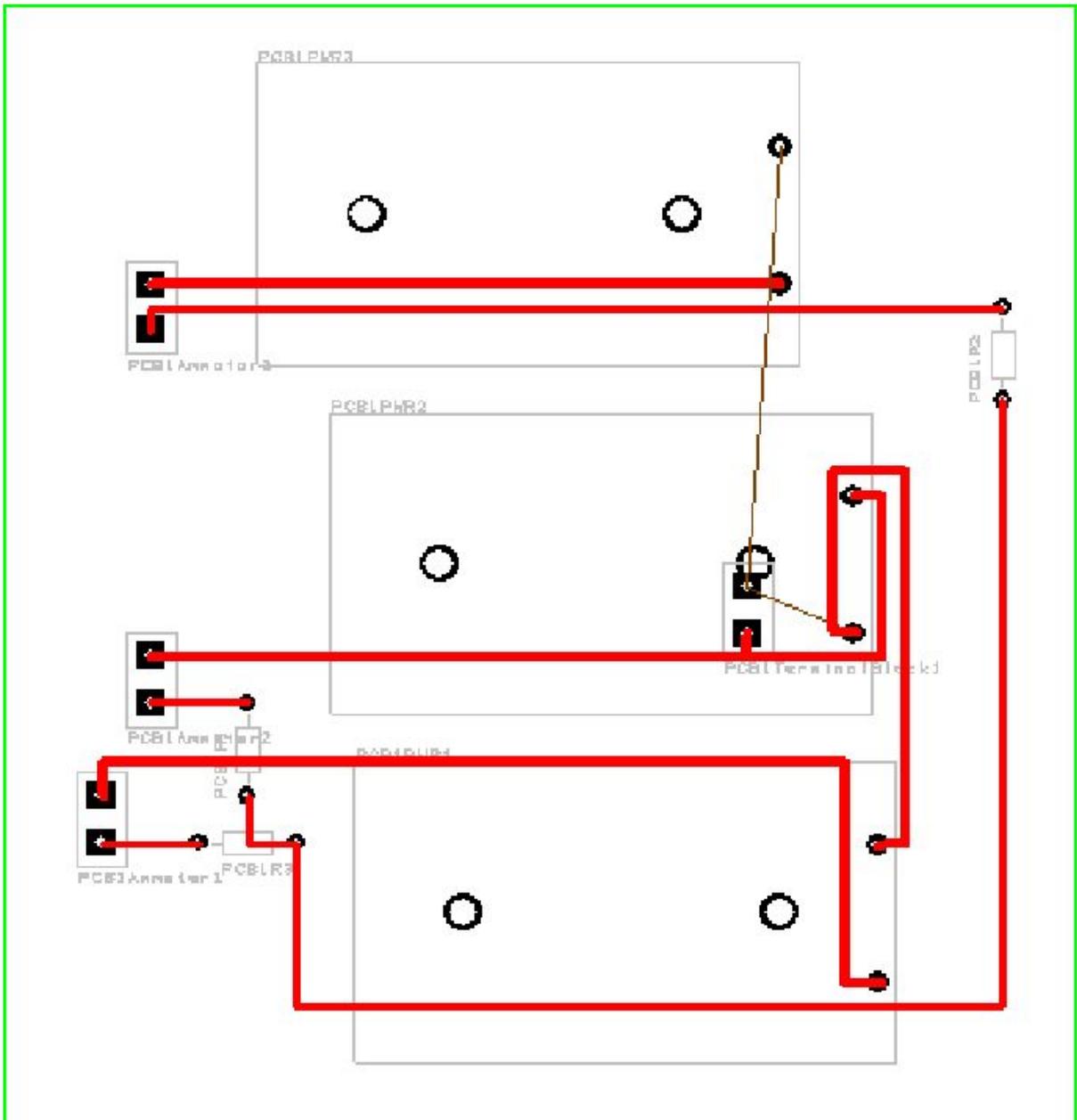


**Рис. 2.2.4 Ввод неизвестных и получение результатов.**

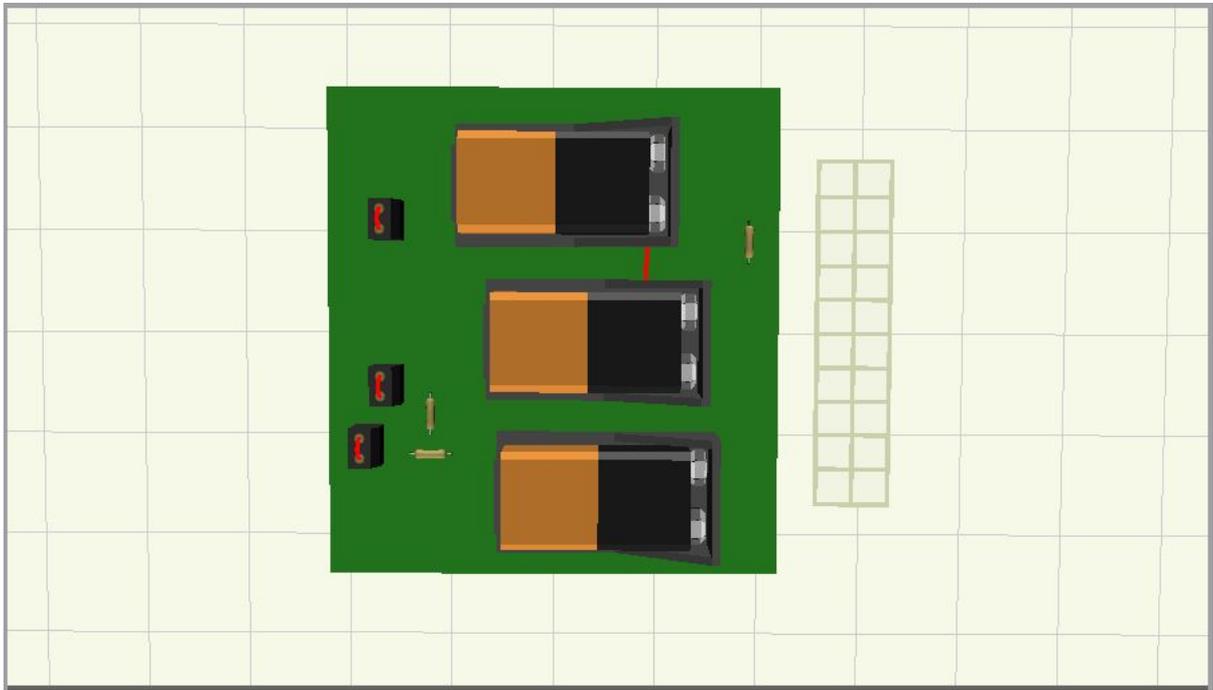
### 2.3 Построение электрической цепи в *Crocodile Technology*.



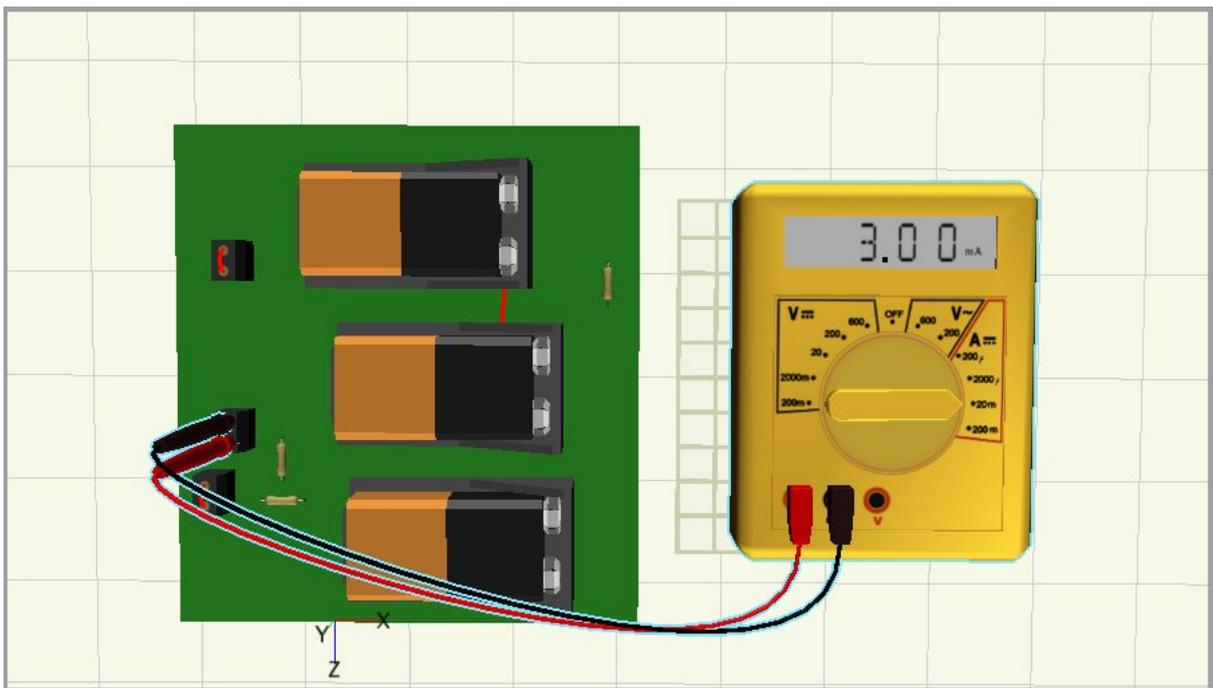
**Рис 2.3.1. Построение цепи в программе *CRcodile Technology*.**



**Рис 2.3.2. Вид платы для правильной спайки.**



**Рис 2.3.3. Вид готовой платы в режиме 3D.**



**Рис 2.3.4. Проводим измерения с помощью тестера.**

## Bill of Materials

Model: Doorbell and fridge.cxt; PCB1  
Date: 24.11.2015  
Time: 0:52:49

Part ID	Part Name	Value	Notes	Order Code	Cost (£)
PWR2	PP3 (9V) battery	9	Value in simulation is 3	18-1020	0.53
	PP3 (9V) battery mount			18-2997	0.99
R2	Resistor	2k7	Red Violet Red Gold Value in simulation is 3k	62-0380	0.01
TerminalBlock1	Terminal block (2-way)			21-0460	0.11
PWR1	PP3 (9V) battery	9	Value in simulation is 4	18-1020	0.53
	PP3 (9V) battery mount			18-2997	0.99
R1	Resistor	1k	Brown Black Red Gold	62-0370	0.01
Ammeter2	Terminal block or pad (with wire loop)			21-0460	0.11
R3	Resistor	1k8	Brown Grey Red Gold Value in simulation is 2k	62-0376	0.01
Ammeter1	Terminal block or pad (with wire loop)			21-0460	0.11
Ammeter3	Terminal block or pad (with wire loop)			21-0460	0.11
PWR3	PP3 (9V) battery	9	Value in simulation is 3	18-1020	0.53
	PP3 (9V) battery mount			18-2997	0.99
<b>Totals</b>					5.03

**Рис 2.3.5. Общая стоимость всего проекта.**

### **Заключение:**

*В результате выполнения проектной работы мы научились использовать правила Кирхгофа, так же мы овладели навыками решения уравнений с помощью метода Крамера. Также мы научились работать с некоторыми программами, которые явно ускоряют темп нашей работы, а так же экономят наше время. Мы научились собирать электрическую цепь с помощью программы Crocodile Technology. Так же мы научились работать с программой MathCad облегчающая выполнение математических расчетов.*

*Так же Я хочу отметить, что при осуществлении данной работы со стороны преподавателя был проведен вебинар, который способствовал облегчению нашей работы.*

## **Список литературы:**

1. [Правила Кирхгофа](#)
2. [Метод Крамера](#)
3. [PTC Mathcad Prime](#)
4. [Crocodile Technology 3D](#)
5. [Google Docs](#);
6. [Google Docs](#);