

Министерство образования и науки Российской Федерации  
«Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники»  
(ТУСУР)

**УТВЕРЖДАЮ**

Заведующий кафедрой  
«Управление инновациями»  
\_\_\_\_\_ А.Ф. Уваров  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2012 г.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ  
К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ**

по дисциплине

**«Компьютерные технологии в науке и производстве в области электронной техники»**

Составлены кафедрой «Управление инновациями»

Для студентов, обучающихся по направлению подготовки 220600 «Инноватика»

Магистерская программа «Мультимедийные многопроцессорные системы на кристалле»

Форма обучения – очная

**Составитель:**

Старший преподаватель

\_\_\_\_\_ Д.С. Медведев  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2012 г.

Томск 2012 г.

## Оглавление

Введение.....	3
План практических занятий: .....	4
Тема № 1. Поиск информации об изучаемых САПР. Выступление с докладом.....	5
Тема № 2. Знакомство с интерфейсом пакета MathCAD. Решение квадратного уравнения тремя способами. ....	6
Тема № 3. Знакомство с MathCAD. Часть 2. ....	17
Тема № 4. Знакомство с интерфейсом пакета Multisim. ....	18
Тема № 5. Знакомство с Multisim. Часть 2. ....	23
Тема № 6. Знакомство со средой Altium Designer. Создание пробного проекта.....	24
Тема № 7. Знакомство со средой Altium Designer. Часть 2. ....	25
Тема № 8. Знакомство со средой Solid Works. Создание пробного проекта.....	26
Тема № 9. Знакомство со средой Solid Works. Часть 2.....	27
Библиографический список: .....	28

## **Введение**

Процесс создания и продвижения на рынок электронных устройств предполагает не только знание предметной области, но также средств, позволяющих в сжатые сроки достичь поставленной цели. Это реализуется при помощи современных систем автоматизированного проектирования, оказывающих неоценимую поддержку инженеру, начиная с громоздких математических расчетов и заканчивая проектированием прототипа корпуса устройства.

Представленный практический курс предназначен для знакомства с основными возможностями специализированных программных приложений и приобретения навыков работы с ними.

Практические занятия по курсу «Компьютерные технологии в науке и производстве в области электронной техники» предназначены для формирования у слушателей навыков использования в процессе разработки систем автоматизированного проектирования (САПР): MathCAD, Multisim, Altium Designer и Solid Works.

Перечисленные выше САПР позволяют производить:

- автоматизированный расчет и моделирование электронной схемы проектируемого устройства;
- проектирование платы печатного монтажа согласно общепринятым технологическим нормам и стандартам;
- разрабатывать корпус изделия;
- моделировать совместное размещение печатной платы и корпуса (сборочный чертеж) во избежание ошибок в плане несоответствия габаритов.
- Оформление проектной документации.

Каждое практическое занятие выполняется виртуально в компьютерном классе и сопровождается пошаговыми руководствами,

выполненными в виде иллюстрированных текстовых документов или видео уроков.

### План практических занятий:

№ п/п	Тема занятия	Форма отчетности	Кол-во часов
1	Поиск информации об изучаемых САПР. Выступление с докладом.	Текстовый отчет .doc. Файл с презентацией .ppt.	2
2	Знакомство с интерфейсом пакета MathCAD: решение квадратного уравнения тремя способами.	Файл с проектом .xmcd	2
3	Знакомство с MathCAD. Часть 2.	Файл с проектом .xmcd	2
4	Знакомство с интерфейсом пакета Multisim.	Файл с проектом .ms11	2
5	Знакомство с Multisim. Часть 2.	Файл с проектом .ms11	2
6	Знакомство со средой Altium Designer. Создание пробного проекта.	Файл с проектом .pjpcb	2
7	Знакомство со средой Altium Designer. Часть 2.	Файл с проектом .pjpcb	2
8	Знакомство со средой Solid Works. Создание пробного проекта.	Файл с проектом .sldprt	2
9	Знакомство со средой Solid Works. Часть 2.	Файл с проектом .sldprt	2
<b>ИТОГО:</b>			<b>18</b>

## **Содержание занятий.**

### **Тема № 1. Поиск информации об изучаемых САПР. Выступление с докладом.**

Целью занятия – познакомиться с изучаемыми программными продуктами через поиск информации о следующих САПР: MathCAD, Multisim, Altium Designer и Solid Works. Информация должна включать следующие сведения:

- компания-разработчик и владелец лицензии (официальное название, местонахождение головного офиса), дата основания компании;
- официальный сайт;
- история версий;
- описание функционала (max – 2 страницы);
- типы продаваемых лицензий, цены на них (приводить только актуальные данные), компании-поставщики в России.

Результатом работы должен стать письменный отчет и доклад каждого магистранта с короткой презентацией (5-10 минут).

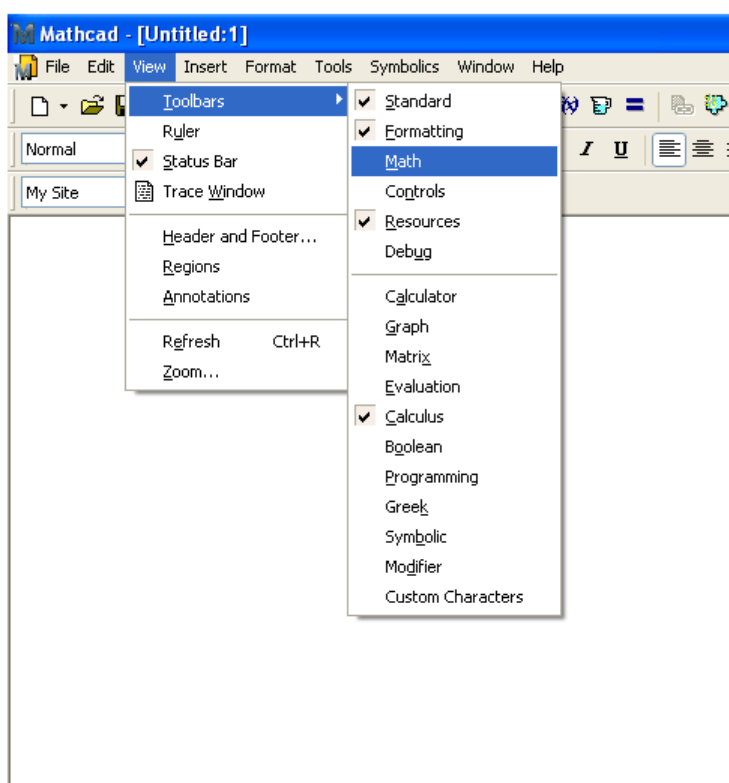
## Тема № 2. Знакомство с интерфейсом пакета MathCAD. Решение квадратного уравнения тремя способами.

Цель занятия – освоение интерфейса программы MathCAD [1] через решение квадратного уравнения одним из трех способов: нахождение корней уравнения с помощью стандартных формул, нахождение нулей функции параболы на графике с использованием инструмента трассировки и, наконец, с использованием встроенной функции для нахождения корней полинома.

### Ход работы

Запускаем программу через меню Пуск => Программы => MathCAD => MathCAD 14. Ожидаем некоторое время, пока загрузится рабочая среда. Поверх рабочей области появится окно «*MathCAD Tips*». Это заметки среды. В ней приводится различная информация. По умолчанию окно появляется при каждой загрузке. Функция отключается, если убрать галочку внизу окна «*Show tips on startup*».

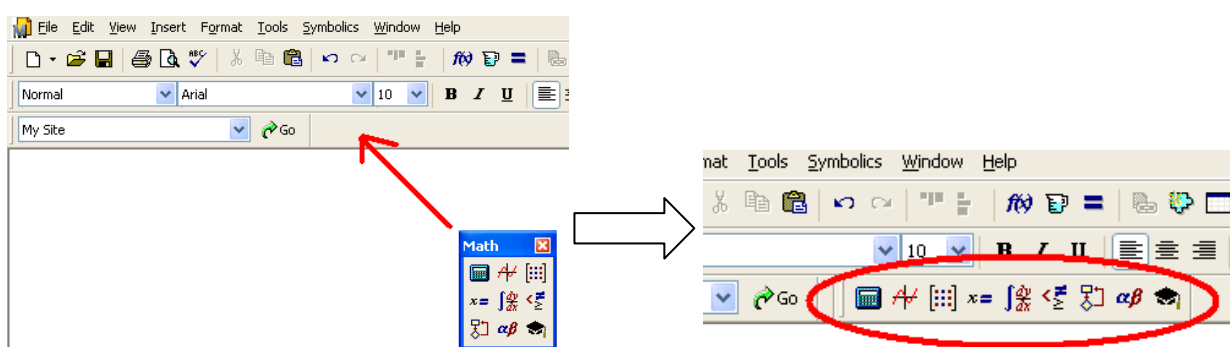
Выполним первое важное действие – добавим панель инструментов *Math*.



После этого поверх рабочего поля появится окно:

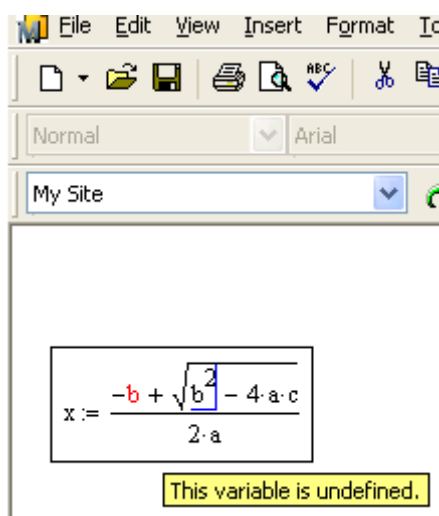


Для удобства поместим это окно на панель инструментов, нажав на верхнюю часть окна и перетащив его на панель:



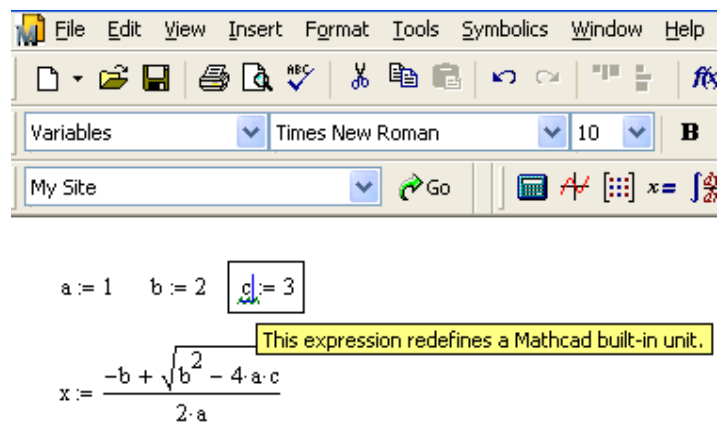
Сохраним файл, перейдя в меню File => Save или нажав комбинацию Ctrl+S. Имя можно дать любое, например, Ivanov\_1. Файлу автоматически присвоится типичное для MathCAD расширения .xmcd.

Поместив курсор в виде красного крестика в верхнем левом углу рабочего поля, запишем первое выражение:



- Следует отметить, что знак присваивания « := » вводится в английской раскладке с помощью сочетания клавиш Shift + : (русская буква «Ж»). Знак квадратного корня быстро вводится клавишей \ (обратный слэш). Степень переменной b под знаком корня реализуется с помощью знака ^ (в английской раскладке Shift+6).

В выражении переменная b выделена красным цветом, а если поместить курсор в область выражения и кликнуть на ней, то появится выражение «*This variable is undefined*», что означает «Эта переменная не определена». Однако это не означает, что не определена только одна переменная. Мы не задали ни одного значения переменной, поэтому данное выражение не сможет быть посчитано. Чтобы устранить ошибку, необходимо НАД записанным выражением присвоить всем параметрам соответствующие значения:



Теперь все переменные инициализированы, но одна из них подчеркнута зеленой волнистой чертой. Такое подчеркивание не является ошибкой, а лишь говорит нам о том, что за переменной с таким именем зарезервирована некая константа. В нашем случае, это скорость распространения электромагнитных волн в вакууме. Предлагается



самостоятельно это проверить, введя переменную  $c$  вверху документа и нажав знак равенства « = ».

Рассчитаем значение выражения для  $x$ , кликнув на области выражения и нажав уже знакомую клавишу равенства. Получим значение:

$$x := \frac{-b + \sqrt{b^2 - 4 \cdot a \cdot c}}{2 \cdot a} = -1 + 1.414i$$

Данное выражение является формулой расчета корня квадратного уравнения. Заданные значения привели к тому, что получен комплексный результат. Таким образом, мы выяснили, что за символом  $i$  зарезервирована мнимая единица. Поэкспериментируйте с этим выражением, задавая различные значения параметров  $a$ ,  $b$  и  $c$ .

Продолжая работать с квадратным уравнением, запишем формулу квадратичной функции:

$$a := 1 \quad b := 2 \quad c := 3$$
$$x := \frac{-b + \sqrt{b^2 - 4 \cdot a \cdot c}}{2 \cdot a} = -1 + 1.414i$$
$$f(t) := a \cdot t^2 + b \cdot t + c$$

Изменим значения  $a$ ,  $b$  и  $c$  так, чтобы переменная  $x$  приняла действительное значение, например  $a=1$ ,  $b=4$ ,  $c=3$ . В этом случае значение  $x$  будет равно  $-1$ .

- В дальнейшем на иллюстрациях будут приводиться только те выражения, которые необходимы для освоения. Не нужно удалять то, что было введено ранее.

В среде MathCAD есть понятие «ранжированная переменная». Из названия ясно, что такая переменная изменяется от начального значения до конечного через заданный промежуток (шаг).

Запишем над определением функции  $f(t)$  ранжированную переменную  $t$ . Весь листинг будет выглядеть так:

```
a := 1   b := 4   c := 3   B := 5
x :=  $\frac{-b + \sqrt{b^2 - 4 \cdot a \cdot c}}{2 \cdot a} = -1$ 
t := -B, -(B - 0.1).. B
f(t) := a \cdot t^2 + b \cdot t + c
```

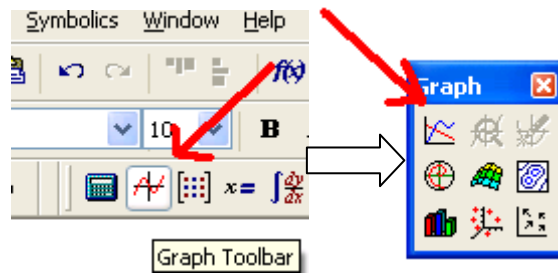
Замечаем, что появился новый параметр  $B$ , который задает границы ранжированной переменной.

- MathCAD различает строчные и заглавные символы.

Как видим, формат записи ранжированной переменной довольно необычен. Первым записывается наименьшее значение переменной. Далее, после запятой следует значение, которое фактически, задает шаг переменной, равный разнице этих значений. Наконец, через многоточие указывается наибольшее значение переменной.

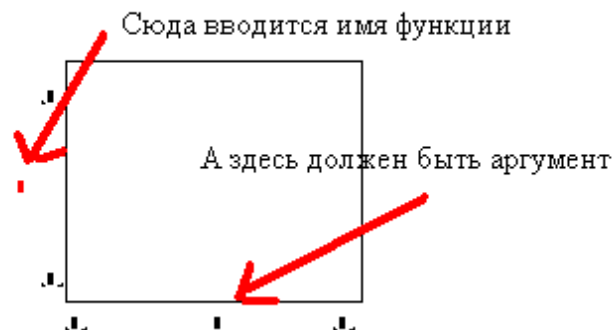
- Быстрее всего поставить многоточие можно, нажав в английской раскладке клавишу с буквой «Ж».

Настало время посмотреть, как же выглядит график заданной нами функции  $f(t)$ . Для того, чтобы построить график, нужно поместить курсор немного ниже выражения для функции и выполнить следующие действия:

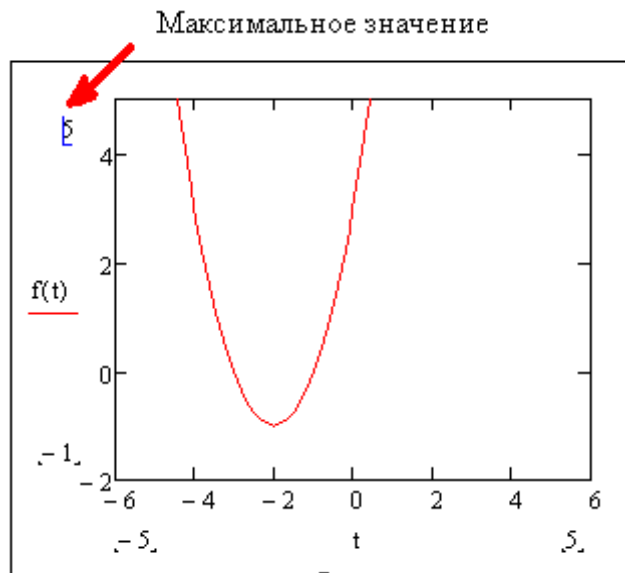


На месте курсора появится прямоугольная область, которая представляет собой поле для построения двумерных графиков в декартовой системе координат. Смотрим иллюстрацию.

$$f(t) := a \cdot t^2 + b \cdot t + c$$



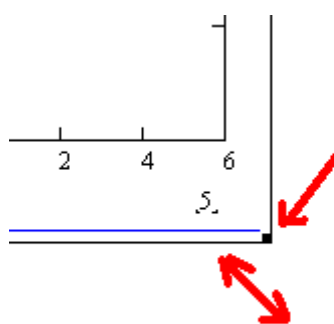
Если всё введено верно, то должен получиться график параболы:



По умолчанию система задает «свои» пределы по вертикальной оси, поэтому необходимо вручную устанавливать подходящие значения. В нашем случае, максимальное значение желательно сделать равным 5.

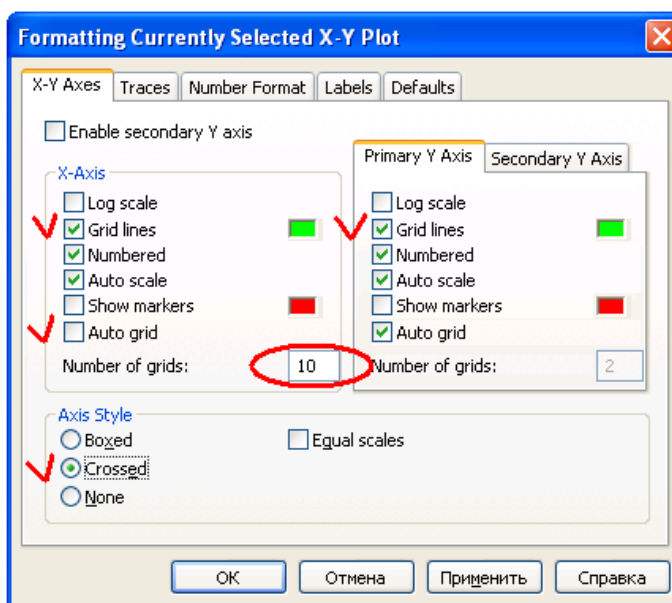
Такой вид графика не очень нагляден, поэтому используем настройки области построения для приведения диаграммы к лучшему виду.

Для начала растянем график, предварительно кликнув на нее, а затем нажав и удерживая черный квадрат в правом нижнем углу области построения.



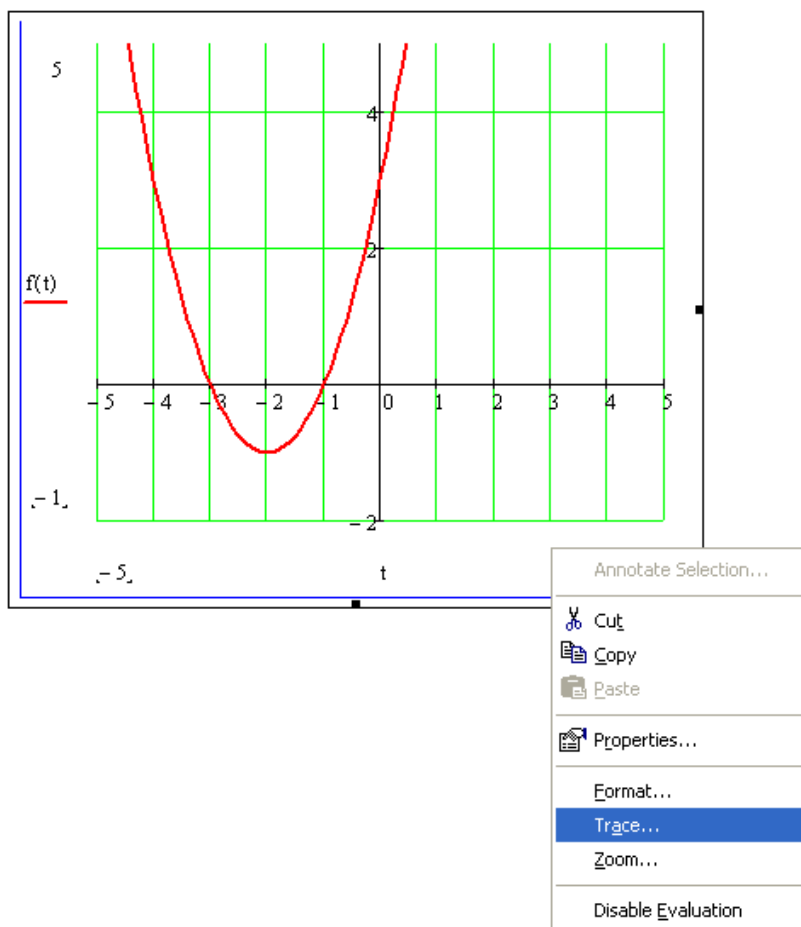
Направления движения

Теперь, когда график увеличен до приемлемого для восприятия размера, кликнем дважды на области построения. Откроется окно настроек.



В первой вкладке (X-Y Axes) по умолчанию отмечены некоторые пункты. Отметьте еще три флажка (*Grid lines* для двух осей и *Crossed*) и сбросьте флажок *Auto grid*, установив значение *Number of grids* равным 10.

Перейдем на вкладку *Traces* и в столбце *Line Weight* выберем значение 2. Это сделает толщину линии функции в два раза больше. Затем нажмите *OK* и наблюдайте результат действий.

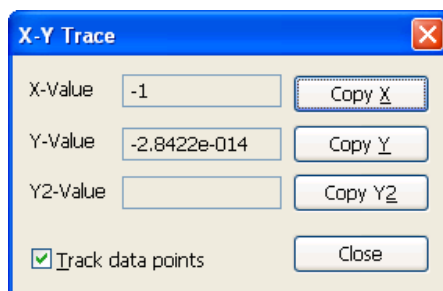


Видим, что парабола пересекает ось абсцисс в двух точках:  $-3$  и  $-1$ . Это есть решение уравнения вида  $f(t) = 0$ .

- Запишите самостоятельно формулу для нахождения второго корня  $x = -3$ .

Чтобы убедиться, что найденные значения действительно являются нулями функции, выполним так называемую трассировку. Кликните правой

кнопкой мыши на области построения и выберите пункт *Trace*. Появится окно с пустыми ячейками. Наведите курсор на график функции и кликните на нем. Пустые окна в окне *X-Y Trace* покажут текущие координаты курсора. Перемещая курсор с помощью клавиш «→» или «←», найдите такое положение курсора, при котором в окне *X-Y Trace* будет наблюдаться значение, близкое к нулю.



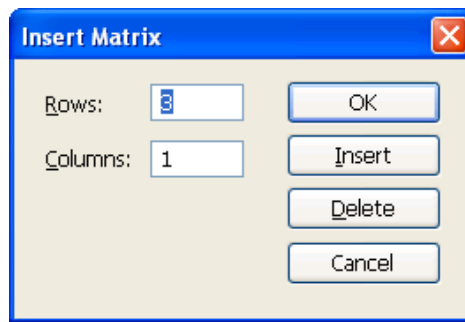
Ненулевое значение функции объясняется тем, что мы задаем функцию не непрерывную, а дискретную. Уменьшение шага дискретизации (в нашем случае мы при определении ранжированной переменной задали шаг дискретизации 0.1) будет приводить к тому, что при значении аргумента  $x = -1$  значение функции будет стремиться к нулю. Поэкспериментируйте с этим.

В итоге мы получили графическое решение квадратного уравнения. Последним этапом в данном практическом занятии является простое нахождение решения с помощью встроенной функции среды MathCAD.

Поместим курсор ниже графика функции и создадим новый для нас объект под названием вектор-столбец. Для этого выполните последовательность из двух действий:

$$v = \Rightarrow \text{Ctrl}+M$$

Появится окно задания размерности матрицы:



Так как нам требуется одномерная матрица, т.е. вектор-столбец, то вводим количество строк (*Rows*), равное 3, а количество столбцов (*Columns*), равное 1. Получим запись вида:

$$v := \begin{pmatrix} \blacksquare \\ \blacksquare \\ \blacksquare \end{pmatrix} \Rightarrow v := \begin{pmatrix} c \\ b \\ a \end{pmatrix}$$

На месте прямоугольных заполнителей введите параметры  $c$ ,  $b$  и  $a$ , заданные нами в самом начале работы.

Немного ниже заданного вектора введите выражение  $\text{polyroots}(v)$  и нажмите знак равенства. Получим

$$\text{polyroots}(v) = \begin{pmatrix} -3 \\ -1 \end{pmatrix}$$

Мы третьим способом получили решения квадратного уравнения! Следует отметить несколько важных моментов:

- Для решения уравнений вида  $a \cdot x^n + b \cdot x^{n-1} + \dots + c = 0$  коэффициенты полинома  $a, b$  и  $c$  (их может быть и больше при степени полинома выше 2) должны быть записаны ТОЛЬКО в виде вектора-столбца;
- Коэффициенты полинома вписываются в вектор в порядке ВОЗРАСТАНИЯ степени аргумента, при котором стоит коэффициент.

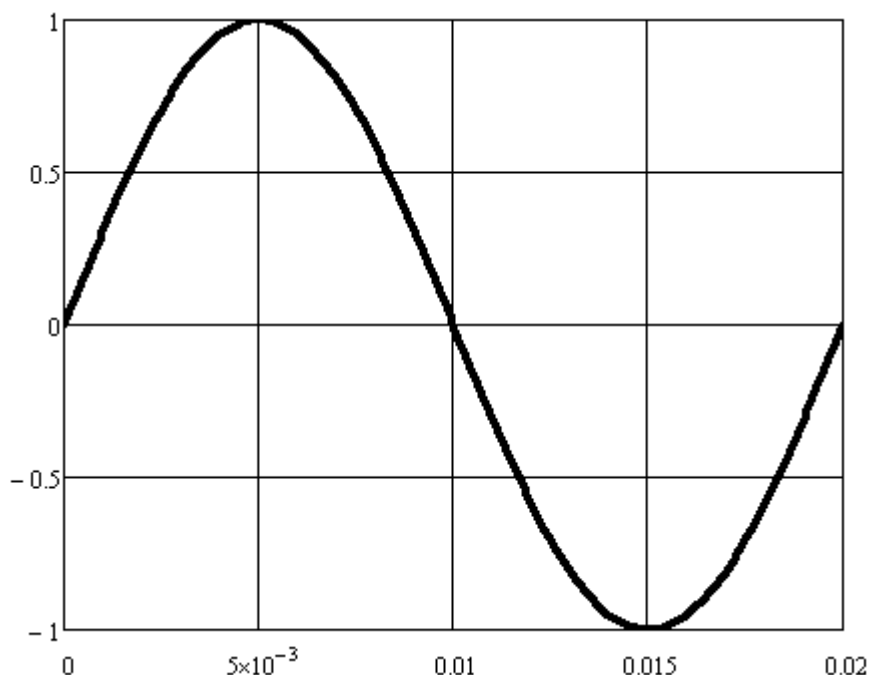
### **Контрольные вопросы:**

1. Как быстрее всего в MathCAD добавить оператор квадратного корня?
2. Что означает подчеркивание зеленой волнистой линией одно из переменных в текущем рабочем листе? Является ли это ошибкой? В каком случае это может приводить к неверным результатам вычислений?
3. Для чего предназначена функция *polyroots*? Каков формат аргумента данной функции?



### Тема № 3. Знакомство с MathCAD. Часть 2.

На практическом занятии требуется вычислить значения периодической функции  $f(t) = \sin(\omega \cdot t)$  для одного периода, построить график функции (см. рисунок ниже), а также вычислить и построить спектр функции с помощью встроенной функции  $fft$  (Fast Fourier Transform).



Частота синусоиды – 50 Гц. Период дискретизации должен составлять не менее 2 мс.

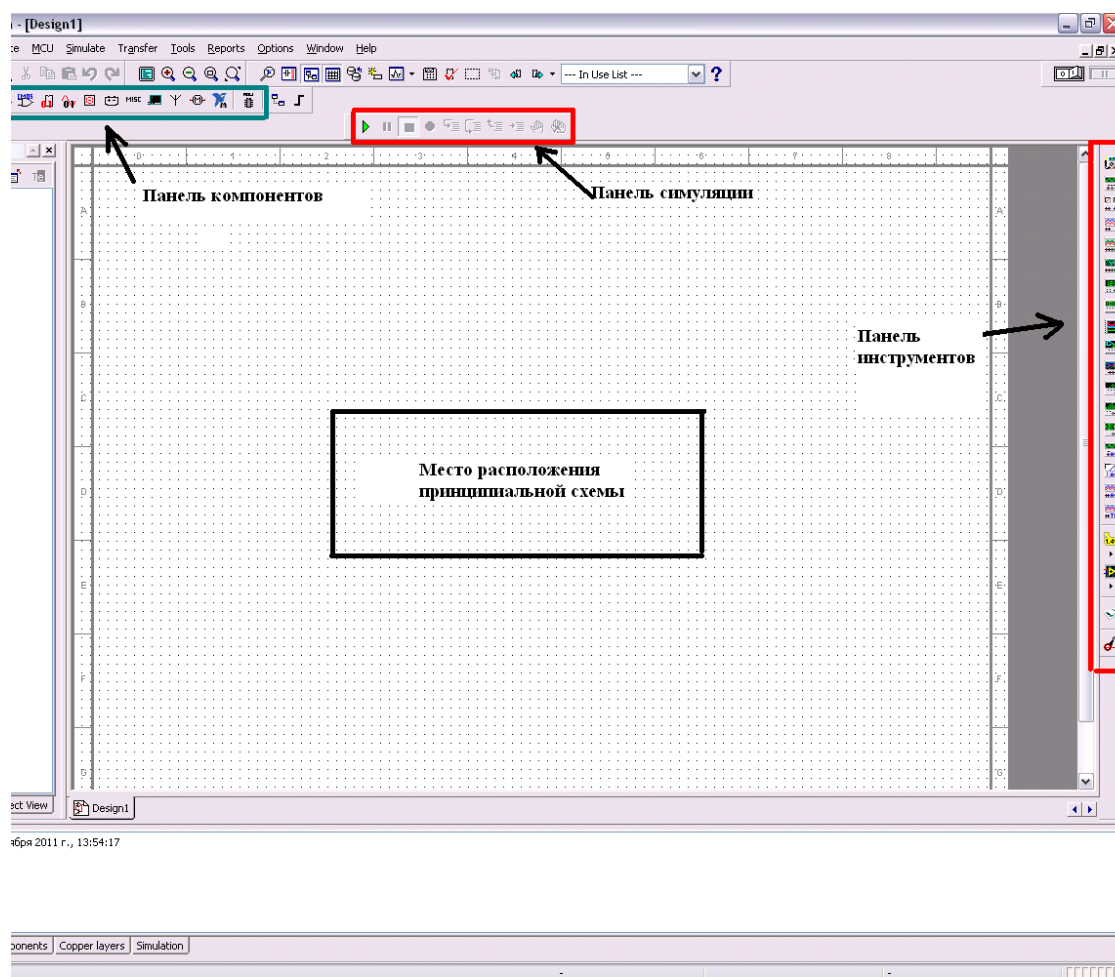
**Указание:** в начале программного кода необходимо рассчитать количество точек для одного периода (например,  $N$ ), используя информацию о периоде сигнала и периоде дискретизации. Переменная времени должна быть функцией ранжированной переменной, изменяющейся от нуля до  $N-1$ .

Для построения спектра требуется использовать функцию модуля.

## Тема № 4. Знакомство с интерфейсом пакета Multisim.

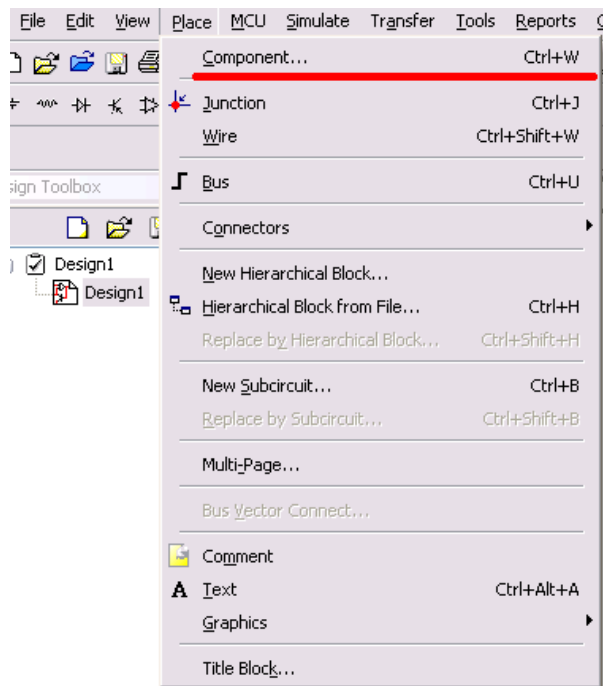
На занятии требуется ознакомиться с основными функциями и инструментами программы [2]: создание проекта, работа с панелями инструментов и встроенными библиотеками компонентов.

Для запуска программы выполните Пуск => Программы => National Instruments => Circuit Design Suite 11.0 => Multisim 11.0.

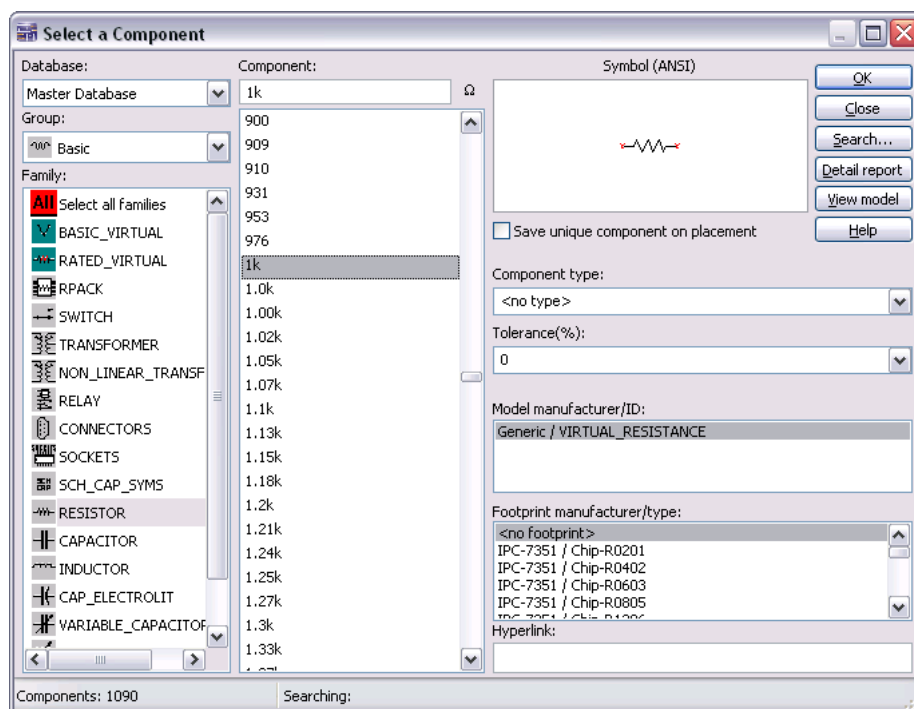


Все действия с файлами (создание, сохранение, открытие) выполняются через меню File, как в большинстве приложений, работающих под ОС семейства Windows.

Для размещения компонента на схеме воспользуйтесь командой Place/Component или сочетанием клавиш Ctrl+W:

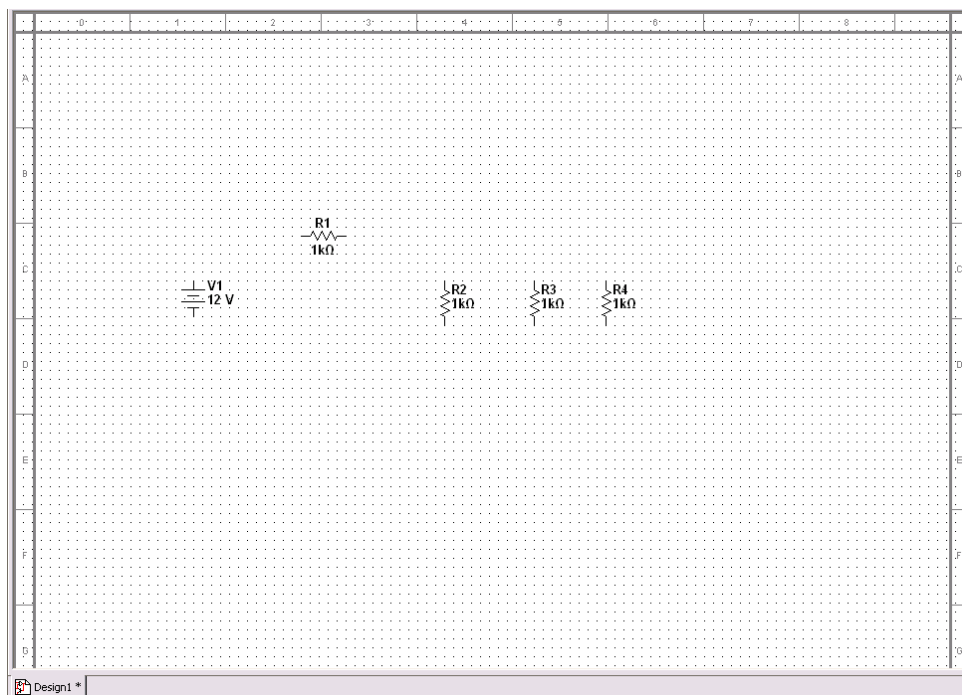


Появится окно выбора компонентов:



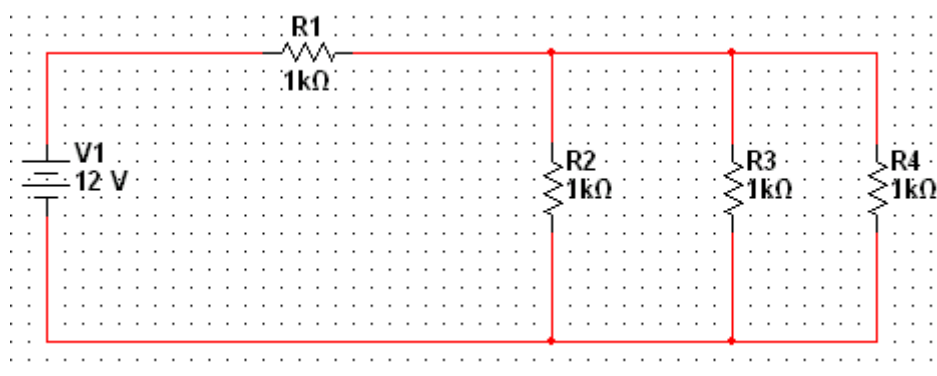
Слева можно увидеть список семейств электронных компонентов, включающий переключатели, трансформаторы, реле, разъемы и т.д. Выберите семейство RESISTOR, номинал резистора 1 кОм. Разместите на схеме четыре одинаковых резистора. Также добавьте на схему источник

постоянного напряжения (Group: Sources, Family: Power Sources, Component: DC Power). Схема будет выглядеть так:

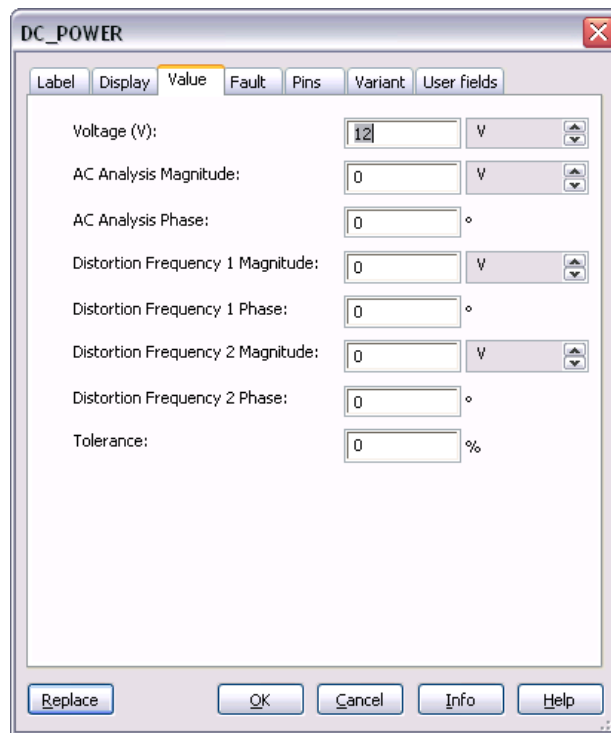


Чтобы развернуть компонент, удобно пользоваться сочетанием «горячих клавиш» Ctrl+R.

После этого соедините все элементы, чтобы получалась полноценная электрическая цепь. Это можно сделать одним из двух способов: через главное меню Place/Wire или с помощью левого клика на одном из выводов компонента.

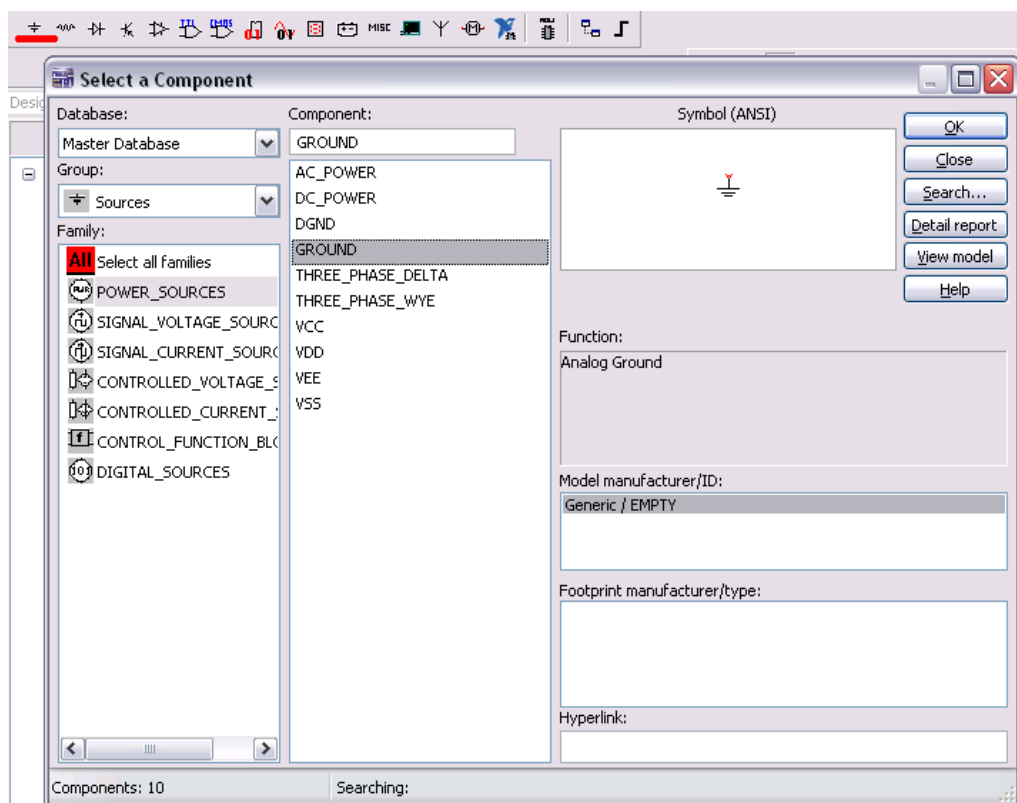


Для изменения параметров компонента необходимо дважды на нем кликнуть. Появится окно:

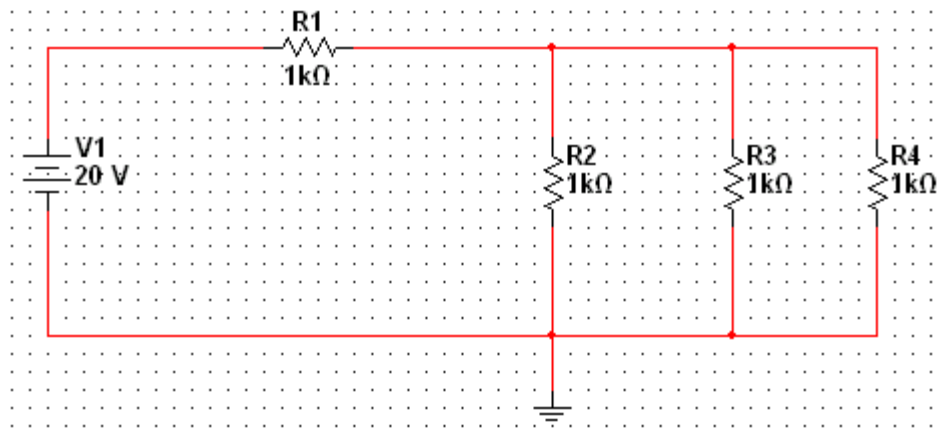


Задайте значение напряжения источника равным 20 В.

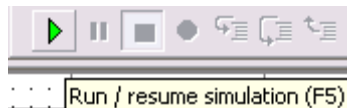
После этого необходимо «заземлить» схему. Для этого на панели компонентов нажмите кнопку Place Source, а в появившемся диалоге выберите Ground.



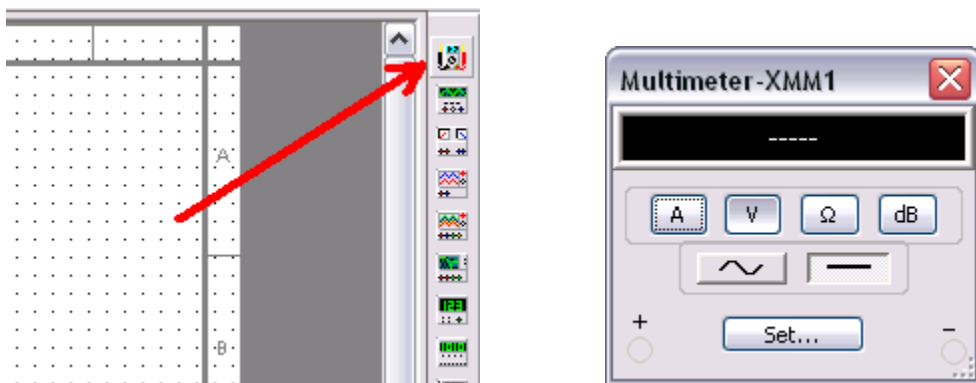
Получилась схема:



Чтобы начать анализ схемы нажмите кнопку «Run / resume simulation» на панели симуляции:



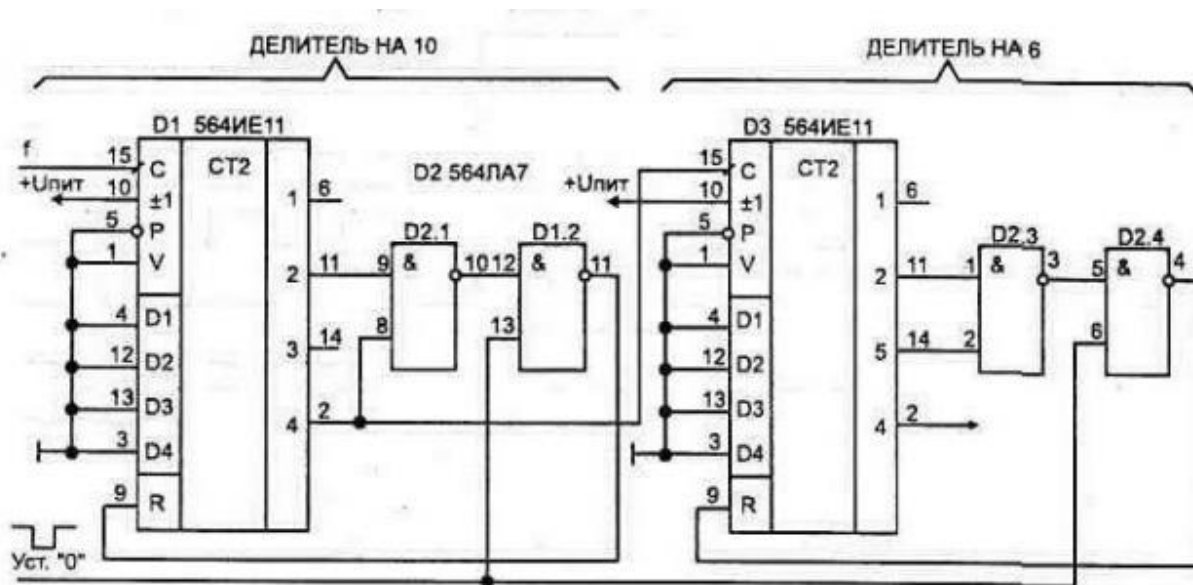
Добавьте на схему два мультиметра с панели инструментов и самостоятельно измерьте напряжение на выходе схемы (резистор R4) и потребляемой схемой ток. Рассчитайте схему по законам Ома и Кирхгофа и сопоставьте со значениями, полученными в программе.



Режимы работы мультиметра (вольтметр или амперметр) активируются кнопками V и A соответственно.

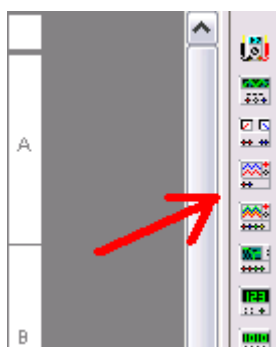
## Тема № 5. Знакомство с Multisim. Часть 2.

Цель данного занятия – знакомство с цифровыми элементами. Требуется самостоятельно смоделировать схему цифрового делителя частоты на основе двоично-десятичных счетчиков и схемы сброса. Ниже приведен пример схемы делителя на 80, собранного на отечественных микросхемах 564ИЕ11 и 564ЛА7.



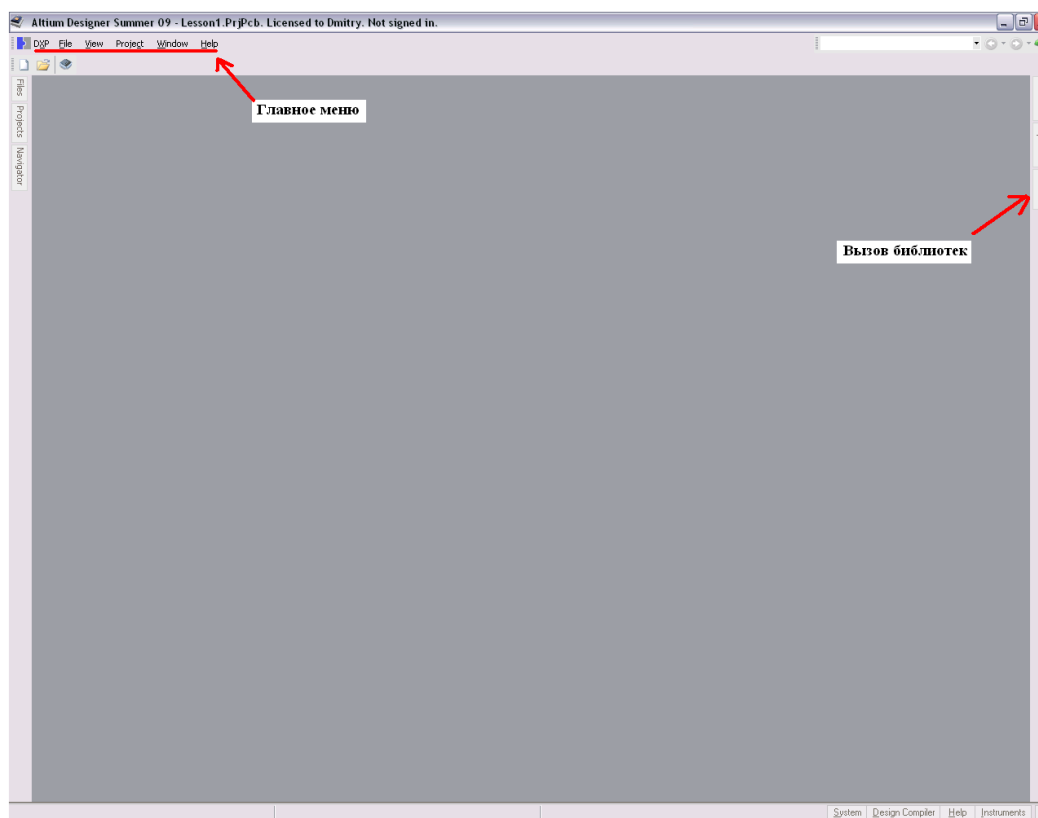
В предустановленных библиотеках есть аналоги вышеупомянутых микросхем: 40160BD и 4011BD соответственно.

После создания схемы необходимо с помощью осциллографа (на панели инструментов расположен четвертый сверху значок – смотрите рисунок ниже) проследить изменение частоты сигнала.



## Тема № 6. Знакомство со средой Altium Designer. Создание пробного проекта.

Настоящее занятие познакомит слушателей курса со схемным редактором программы Altium Designer [3]. Для запуска программы выполните Пуск => Altium Designer. Появится окно:



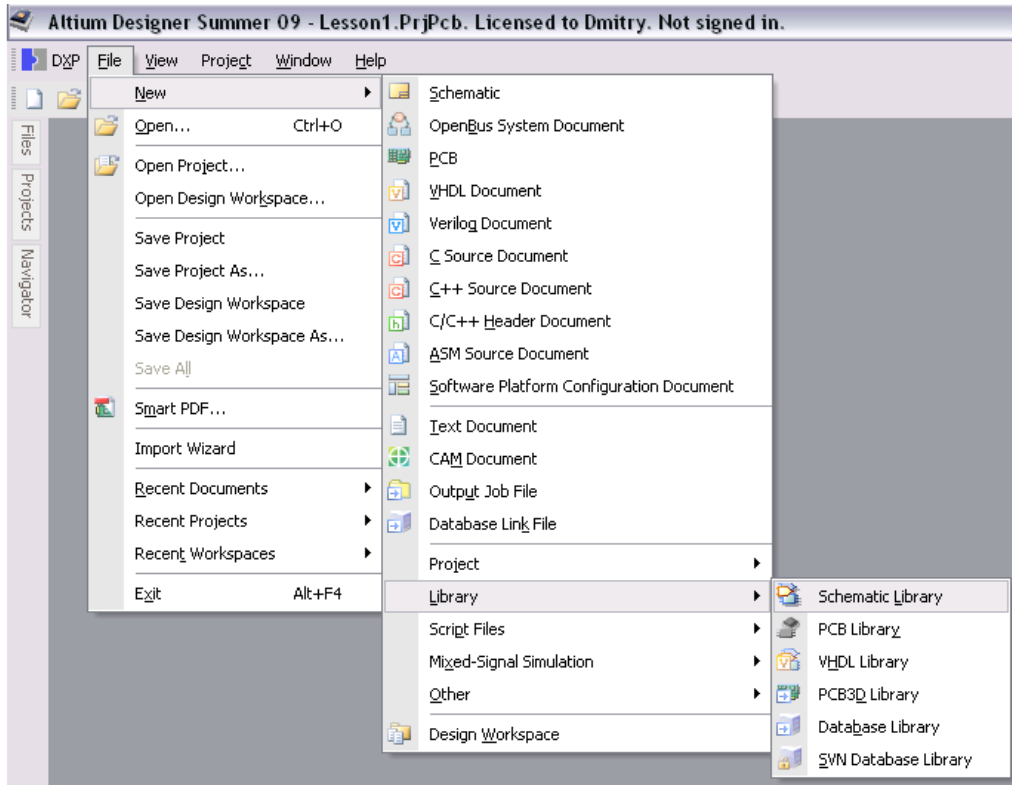
Подробные инструкции к занятию представлены в видео уроках, которые можно найти по ссылкам: [первая](#), [вторая](#) и [третья](#) части.

На занятии потребуется создать схему, состоящую из микроконтроллера ATmega фирмы Atmel, разъемов для подключения к портам ввода/вывода микроконтроллера, триггеров Шмитта, силового разъема для подключения питания, а конденсаторов по питанию и bypass-конденсаторов. Все элементы схемы должны быть соединены с использованием разных типов связи: прямое соединение, с помощью шины и через название цепи. После того, как схема начерчена, необходимо пронумеровать элементы и провести проверку на наличие ошибок в схеме.



## Тема № 7. Знакомство со средой Altium Designer. Часть 2.

Во второй части занятия необходимо научиться создавать собственные компоненты с использованием встроенных средств Altium Designer. Для этого создается отдельная библиотека командой File => New => Schematic Library:



Как и на прошлом занятии, понадобится просмотреть видео уроки, состоящие из трех частей: [создание компонента](#), [создание посадочного места](#) и [присоединение посадочного места к компоненту](#).

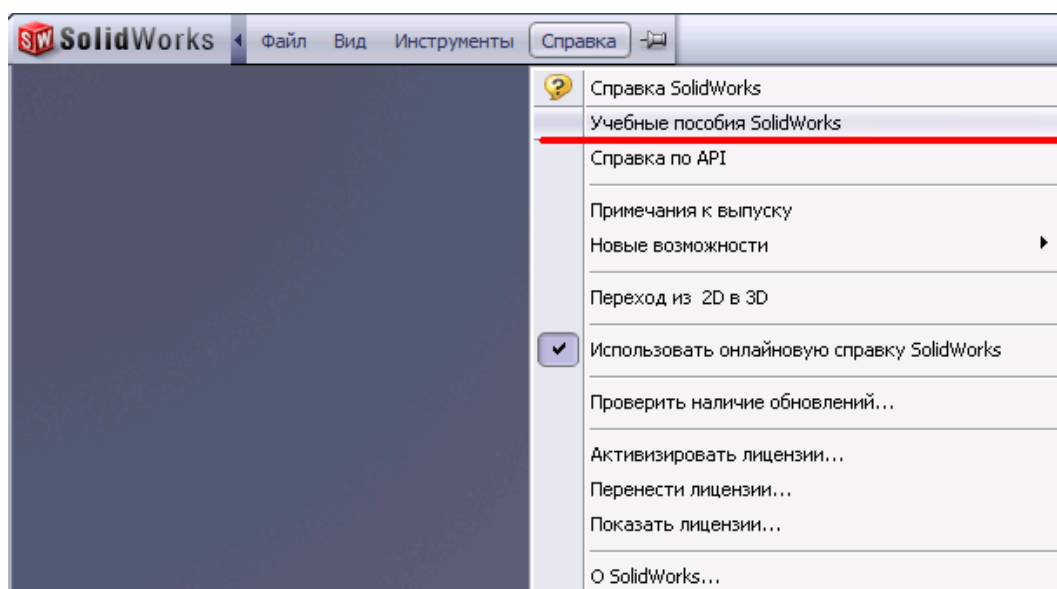
После освоения занятия у слушателей появятся навыки, используя которые они смогут создать элементы для разработки блока питания.

## Тема № 8. Знакомство со средой Solid Works. Создание пробного проекта.

Создание корпуса устройства – один из важных этапов проектирования. В курсе предлагается познакомиться с приложением Solid Works [4]. На двух практических занятиях слушатели должны освоить базовые навыки работы с программой, а на лабораторных работах потребуется создать корпус для классического блока питания.

Для запуска программы необходимо выполнить Пуск => Программы => Solid Works 2010 => Solid Works 2010 SP0.

На занятии предлагается воспользоваться учебным пособием, которое вызывается так, как показано ниже:



Далее выбрать раздел Введение и Введение в Solid Works:

Учебные пособия по категории	
<b>Введение</b>	Специальные типы моделей
Создание моделей	Улучшение производительности
Работа с моделями	Анализ проекта
Все учебные пособия SolidWorks (Набор 1)	
Все учебные пособия SolidWorks (Набор 2)	
Учебные пособия Новые возможности	

=>

<b>Введение в SolidWorks</b>
AutoCAD и SolidWorks
Упражнение 1 - Детали
Упражнение 2 - Сборки
Упражнение 3 - Чертежи

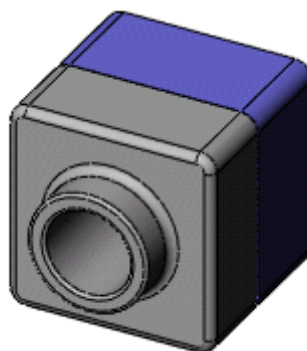
## Тема № 9. Знакомство со средой Solid Works. Часть 2.

Во второй части занятия с помощью того же пособия рассматривает процедура создания сборки.

Введение в SolidWorks
AutoCAD и SolidWorks
Упражнение 1 - Детали
<b>Упражнение 2 - Сборки</b>
Упражнение 3 - Чертежи

Навыки создания сборок пригодятся слушателям на лабораторных занятиях при моделировании совместно разработанной печатной платы и корпуса источника питания.

В результате выполнения задания должна получиться деталь вида:



На этом цикл практических занятий заканчивается. Знания и навыки, полученные при выполнении практических занятий, целиком будут задействованы при выполнении лабораторных работ.

### **Библиографический список:**

1. Кирьянов Д.В. Mathcad 14. – СПб.: БХВ - Петербург, 2007. – 682 с.: ил.
2. Электронная лаборатория на IBM PC. Программа Electronics Workbench и ее применение: монография / Василий Иванович Карлащук. – 2-е изд., доп. и перераб. – М.: Солон-Р, 2001. – 726 с.: ил.
3. Сабунин А.Е. Altium Designer. Новые решения в проектировании электронных устройств. – М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2009 г, 432 с.: – ил. – (Серия «Системы проектирования»).
4. SolidWorks. Компьютерное моделирование в инженерной практике: производственно-практическое издание / А.А. Алямовский. – СПб: БХВ-Петербург, 2005. – 799 с.: ил + 1 эл. опт. Диск (CD-ROM).