

# Применение программы Advanced Grapher для визуализации функциональных зависимостей.

Программа Advanced Grapher предоставляет широкий набор средств построения и форматирования графиков функциональных зависимостей, заданных: явными выражениями вида  $y = f(x)$ ,  $x = f(y)$  ( $x, y$  – декартовы прямоугольные координаты на плоскости  $Oxy$ ); неявно в виде  $f(x, y) = 0$ ; параметрически посредством уравнений типа  $\begin{cases} x = \varphi(t) \\ y = \psi(t) \end{cases}$ ,  $t$  – параметр, а также зависимостей, описанных в полярных координатах  $(r, \varphi)$ , для которых в программе приняты фиксированные обозначения  $R, a$  соответственно. Предусмотрены также возможности визуализации областей декартовой плоскости, координаты точек которых удовлетворяют неравенствам вида  $f(x, y) > 0$  ( $< 0$ ), построения графиков функций, заданных таблично, а также изображения полей направлений, определяемых о.д.у. первого порядка  $dy/dx = f(x, y)$ , что полезно при изучении дисциплины «Обыкновенные дифференциальные уравнения».

В программе имеется встроенный калькулятор и утилиты вычисления, табулирования и трассировки (приближенное определение координат точек графика) заданных функций. Можно также проводить простейшее исследование функции на экстремум, находить ее нули (т.е. решать численно с заданной точностью уравнения вида  $f(x) = 0$ ), искать пересечения графиков двух функций, визуализировать вместе с функцией ее первую производную, строить касательные и нормали (для явно или параметрически заданных функций в декартовых координатах), численно интегрировать (3-й модуль курса «Математический анализ») и проводить регрессионные кривые при сглаживании функций, заданных таблично (дисциплина «Теория вероятностей»).

Построенный график можно именовать, масштабировать, смещать, растягивать или сжимать, указывать область визуализации, задавая интервалы изменения переменных или рамкой выделения мышью (кнопка  «Выбрать интервал»), менять цвет, толщину и тип линий или штриховок, стиль координатных осей и меток на них, рисовать координатную сетку, выводить т.н. «легенду» – подпись, в которой указано соответствие типов линий и построенных кривых и т.п. Допускается совмещение в одном документе одновременно до **30** графиков, являющихся элементами одной общей двумерной сцены, при этом можно «включать» и комбинировать любые из них и «выключать» другие для удобства.

Полученные результаты можно распечатать в цвете или черно-белом варианте, а также сохранить в виде файла с расширением \*.agf (для дальнейших изменений и дополнений) или в графических форматах \*.bmp, \*.emf для использования окончательной картинке.

Программа бесплатна для использования в некоммерческих целях гражданами Российской Федерации (при инсталляции выберите опцию «Русский язык интерфейса»). Она снабжена небольшим справочным отделом (на англ. языке), поясняющим ее широкие функциональные возможности, и системой всплывающих подсказок, поясняющих назначение различных элементов управления (кнопки на панелях инструментов). Поэкспериментируйте с этими возможностями самостоятельно, наводя на соответствующую кнопку указатель мыши и дожидаясь появления всплывающей подсказки.

Далее приведены выдержки из упомянутого выше справочного раздела программы и примеры графиков, полученных при помощи программы (их можно найти на сайте программы <http://www.alentum.com>).

## 1. Выражения

### ■ Операции

## ● Арифметические операции

Знаки основных операций таковы: +, −, \*, /, ^ (возведение в степень).

**Пример:**  $(-3)*2+2^3=2$  (нажмите кнопку «Вычисление функций», введите изображенное, после чего нажмите «Считать»).



Эти же вычисления можно выполнить, нажав кнопку «Калькулятор», набрав требуемое числовое выражение в появившемся внизу слева поле и нажав в конце клавишу «Ввод» (*знак равенства писать не нужно!*).

## ● Логические операции

Результат и операнды этих операций могут принимать только два значения: «true» («истина»), «false» («ложь»). В программе Advanced Grapher для этих значений нет специальных символов, а используются числа: 1 – для «true» и 0 – для «false». При этом *отрицательные и нулевые числовые значения* операнда, участвующего в логической операции, соответствуют логическому значению «false», в противном же случае, т.е. когда такой операнд имеет *положительное числовое значение*, то это соответствует логическому «true». Результат логической операции – всегда либо 0, либо 1. Программа поддерживает следующие логические операции: AND («и»), OR (неисключающее «или»), XOR (исключающее «или») – бинарные или двуместные, NOT («не») – унарная или одноместная. При написании имен операций можно употреблять малые латинские буквы. Таблица значений указанных логических операций (т.н. таблица истинности) приведена ниже (в качестве единственного операнда для операции отрицания взят Операнд1). При записи операций операнды можно (но необязательно) заключить в круглые скобки для удобства чтения, а также вставлять между ними и именем операции пробелы.

Операнд1	Операнд2	AND	OR	XOR	NOT
0	0	0	0	0	1
0	1	0	1	1	
1	0	0	1	1	0
1	1	1	1	0	

**Примеры:**  $1 \text{ or } 0 = 1$ ,  $5 \text{ and } (-1) = 0$ ,  $(\text{not } 3) + 2*(1 \text{ xor } 0) = 0 + 2*1 = 2$  и т.д. [Проверьте результаты самостоятельно любым из описанных выше способов.](#)

## ● Операции отношения (сравнения)

Это операции, обозначаемые традиционными знаками > («больше»), < («меньше»), >= («больше или равно»), <= («меньше или равно»), <> («не равно»). Они наиболее часто употребляются для записи систем и совокупностей различных условий, например, неравенств. Результат каждой из этих бинарных операций *над числами*, как и упомянутых выше логических операций, всегда либо 0, либо 1 (см. ниже).

**Примеры:**  $(2 > 3) = 0$ ;  $(3 <= 3) = 1$ ;  $(0 <> 1) = 1$ .

## ■ Функции

В выражениях могут, помимо чисел, фигурировать различные функции из числа встроенных в программу. Общий формат записи функции в выражении имеет вид <имя функции> (<аргумент>). *Круглые скобки*, окружающие аргумент или аргументы функции, – *обязательны*. (аргументами могут быть: число; латинские буквы *x*, *y*, *малые или заглавные*, для функций, заданных

явно или неявно в декартовых прямоугольных координатах; латинская буква  $a$ , *малая или заглавная*, в качестве обозначения полярного угла; латинская буква  $t$ , *малая или заглавная*, в качестве обозначения параметра).

**Примеры:**  $\sin(x+2)$ ;  $\ln(\ln(1/x))$ ;  $\sin(x)^3$ .

Advanced Grapher поддерживает вычисление следующих функций (начертание имен встроенных функций должно быть строго таким, как указано ниже):

$\sin$  – синус

$\cos$  – косинус

$\tan$  – тангенс

$\cot$  – котангенс

$\text{atan}$  – арктангенс

$\text{asin}$  – арксинус

$\text{acos}$  – арккосинус

$\text{abs}$  – абсолютная величина (модуль)

$\text{sqrt}$  – квадратный корень

$\ln$  – натуральный логарифм

$\lg$  – десятичный логарифм

$\text{exp}$  – экспонента ( $\text{exp}(x)$  – тождественно возведению  $e$  в степень  $x$ , где  $e$  – основание натуральных логарифмов)

$\text{int}$  – целая часть значение действительного числа (наибольшее целое, не превосходящее данного числа)

$\text{round}$  – округленное значение действительного числа

$\text{frac}$  – дробная часть действительного числа (разность между числом и его целой частью)

$\text{sign}$  – сигнум (знак):  $\text{sign}(x)=1$  при  $x>0$ ,  $\text{sign}(x)=0$  при  $x=0$  и  $\text{sign}(x)=-1$  при  $x<0$

$\text{sinh}$  – гиперболический синус

$\text{cosh}$  – гиперболический косинус

$\text{tanh}$  – гиперболический тангенс

$\text{coth}$  – гиперболический котангенс

$\text{asinh}$  – обратный гиперболический синус

$\text{acosh}$  – обратный гиперболический косинус

$\text{atanh}$  – обратный гиперболический тангенс

$\text{acoth}$  – обратный гиперболический котангенс

$\text{random}$  – случайное число:  $\text{random}(x)=\text{rnd}*x$ , где  $\text{rnd}$  есть случайное число на промежутке  $[0;1)$

### ■ Порядок выполнения операций и вычисления функций

В сложных выражениях, содержащих различные описанные выше логические операции, операции сравнения и вычисление встроенных функций, порядок выполнения действий соответствует общепринятым соглашениям и описывается правилами:

1. вычисление значений функций
2.  $\wedge$  – возведение в степень
3.  $*$ ,  $/$  – умножение и деление
4.  $+$ ,  $-$  – сложение и вычитание
5.  $\geq$ ,  $=$ ,  $\leq$ ,  $<$ ,  $>$ ,  $\lt;$  – операции сравнения (больше или равно, ... , не равно)
6.  $\text{not}$  – логическое отрицание
7.  $\text{and}$ ,  $\text{or}$ ,  $\text{xor}$  – логические операции «и», «неисключающее или», «исключающее или».

Таким образом, *высшим приоритетом* в выражениях обладает вычисление значений функций, а *низшим* – вычисление значений логических операций «and», «or», «xor». В нижеследующем примере приоритет операций указан явно при помощи скобок.

**Пример:**  $\text{not } 1+2 \text{ and } 0 = (\text{not } (1+2)) \text{ and } 0 = 0$ : поскольку  $1+2>0$ , то этой сумме соответствует логическое значение «true», а тогда ее отрицанию  $\text{not}(1+2)$  соответствует логическое значение «false», или число «0»;  $0 \text{ and } 0$  в соответствие с таблицей истинности равно 0.

### ■ Константы

Advanced Grapher распознает константу  $\pi$ , которую в выражениях следует писать как  $\text{PI}$  или  $\text{pi}$ . Основание натуральных логарифмов  $e$  может быть представлено как  $\text{exp}(1)$ .

## ■ Переменные

Как уже указывалось выше, для переменных (одной или двух в зависимости от ситуации) приняты обозначения  $x, X$ ;  $y, Y$ ;  $a, A$ ;  $t, T$ .

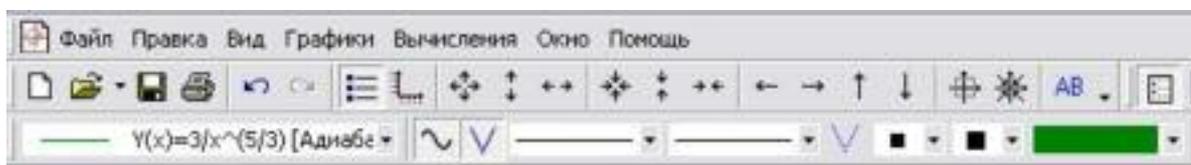
## ■ Дополнительная информация

При записи выражений *знак числового умножения можно опускать*.

**Примеры:**  $xу$ ,  $(x+1)(5y+x)$ ,  $xx$ ,  $x\sin(x)$ .

## 2. Управление графическими объектами

Программа Advanced Grapher предоставляет расширенные возможности по управлению построенными графиками. Вы можете легко добавлять, удалять или дублировать графики, а также менять их порядок в списке.



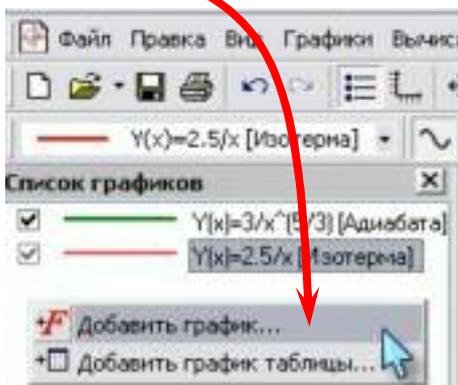
**Выделенный график**



**Средства оформления выделенного графика**

### ● Добавление нового графика

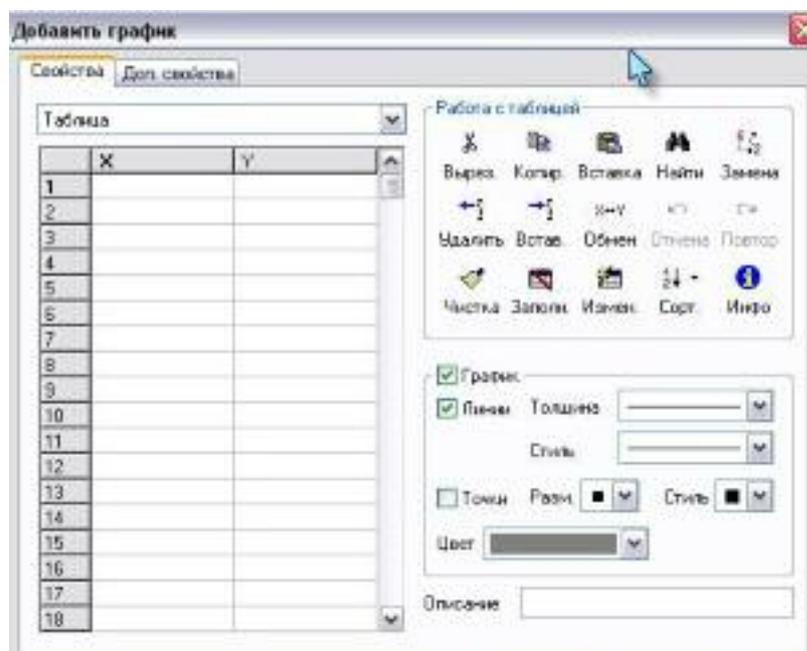
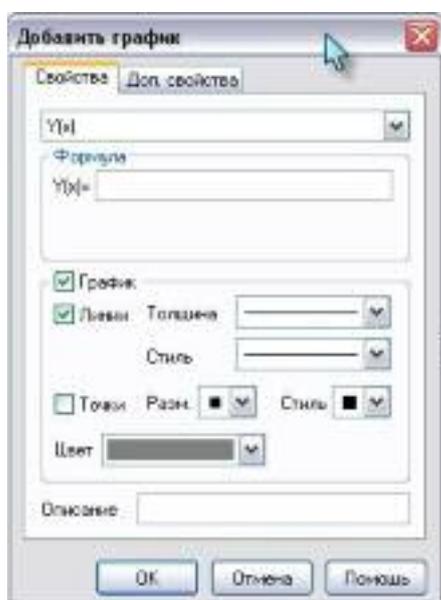
Используйте Кнопки «Добавить график», «Добавить график таблицы»  на панели инструментов или выберите нужный пункт в меню «Графики», или сделайте правый щелчок в *свободном месте* окна «Список графиков» с последующим выбором нужного пункта контекстного меню:



Предустановленные свойства графика контролируются из меню «Графики» → «Свойства графика по умолчанию» и могут быть по желанию изменены:

В появившемся окне «Добавить график» выберите нужный тип графика, раскрывая выпадающее меню, и введите в зоне «Формула» одно или несколько нужных выражений, *соблюдая описанные выше правила их записи*. **Чтобы увидеть график, нажмите** . При построении графика таблицы заполните в ней столбцы «Y» и «X» соответствующими значениями функции и ее аргумента. Опции «Работа с таблицей» позволяют осуществлять с введенными числами широкий набор действий (вплоть до получения информации о наиболее важных статистических числовых характеристиках наборов данных в столбцах, как то: *среднее, наибольшее и наименьшее значения; стандартное отклонение*) смысл каждого из которых ясен из названия соответствующей

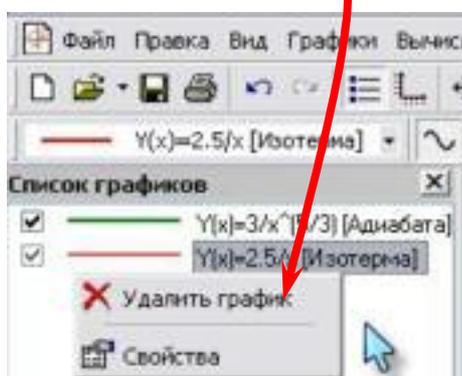
щей кнопки. Поэкспериментируйте с этими возможностями самостоятельно. **Обратите внимание**, что если Вам требуется изобразить на графике **точку** в виде некоторого символа (из числа общепринятых), то это можно сделать как раз при помощи таблицы, состоящей из одной строки и двух столбцов, содержащих ее координаты, выбирая затем тип, размер и цвет изображающего символа.



Постройте самостоятельно описанным способом графики всех изучавшихся в средней школе элементарных функций: степенных (линейных, квадратичных, кубических), показательных, логарифмических (логарифм по основанию, отличному от 10 и e может быть получен при помощи известной формулы перехода к нужному основанию:  $\log_a \otimes = \ln \otimes / \ln a = \lg \otimes / \lg a$ , где  $\otimes$  – некоторое выражение), тригонометрических, обратных тригонометрических. Создайте произвольную таблицу значений и визуализируйте ее.

### ● Удаление графика

Выделите нужный график и нажмите кнопку «Удалить график»  или сделайте правый щелчок *по удаляемому графику* в окне «Список графиков» с последующим выбором нужного пункта контекстного меню



### ● Дублирование графика

Эта опция полезна, если требуется построить несколько мало отличающихся друг от друга графиков. Применив дублирование (кнопка ) , можно затем в открывшемся окне «Добавить график» внести в прежние выражения те или иные изменения, не переписывая их целиком.

### ● Изменение следования графиков в списке

При желании положение графика в списке (окно «Список графиков») можно изменить, выделив график и перетащив затем его мышью (при нажатой левой кнопке) в нужное место. Это позволяет, например, группировать графики в списке по темам, что облегчает их просмотр и анализ при наличии большого количества графических объектов в документе. Выставляя (убирая) флажки возле соответствующих названий в списке графиков, можно «включить» («выключить») любые из них.

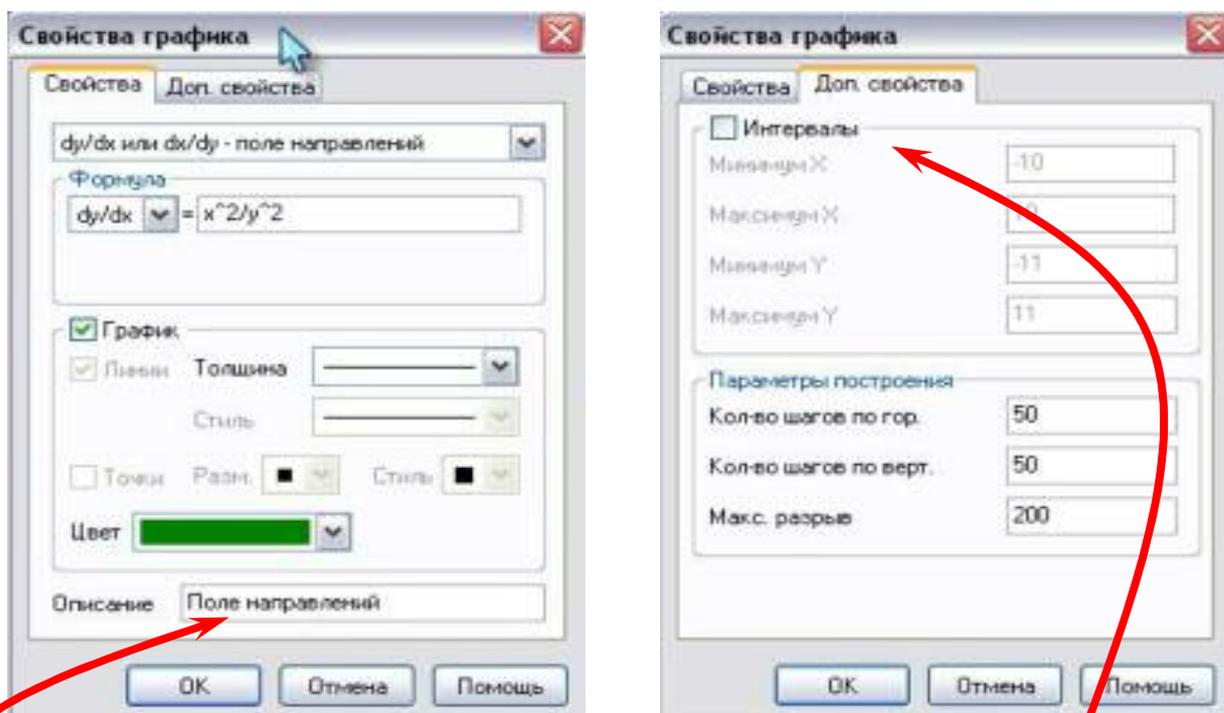
## 3. Свойства графика

Графики, построенные в программе Advanced Grapher, обладают множеством настраиваемых свойств. Часть из них могут быть общими для нескольких графиков (например, цвет), другие зависят от типа графика. Свойства каждого графика можно разделить на основные и дополнительные.

### ● Свойства оформления

Каждый график имеет свойства, связанные с его оформлением, но они различны в зависимости от типа графика. Например, при визуализации геометрических мест точек, координаты которых удовлетворяют некоторым неравенствам (результатирующую картину можно условно назвать «графиком» неравенства), не используются линии и поэтому для графиков такого типа нельзя изменять стиль линий. Наиболее простой способ контролировать указанные свойства дает панель инструментов «График», содержащая средства оформления выделенного графика и изображенная на стр.4 (панель активируется так: меню «Вид»→ «Панели инструментов»→ «График»).

Другой способ получить доступ к настройке индивидуальных свойств графика – через контекстное меню после правого щелчка мышью по нужному графику в окне «Список графиков».

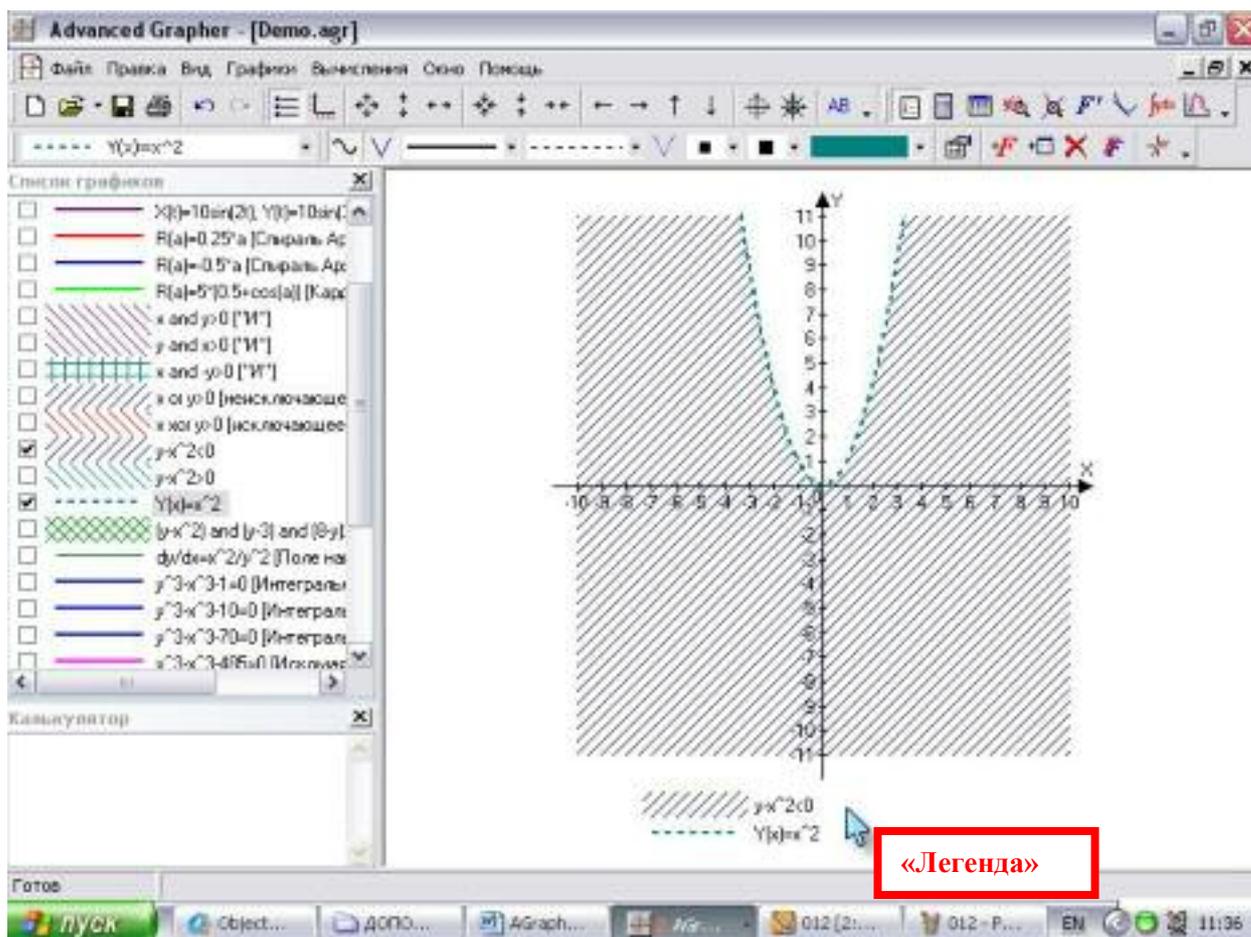


Здесь же, но на другой вкладке, можно настроить некоторые дополнительные свойства графика, например, интервалы изменения переменных, принятые по умолчанию. *В результате на выбранной части плоскости будет отображаться не вся кривая или штриховка, а только нужная их часть.*

### ● Описание

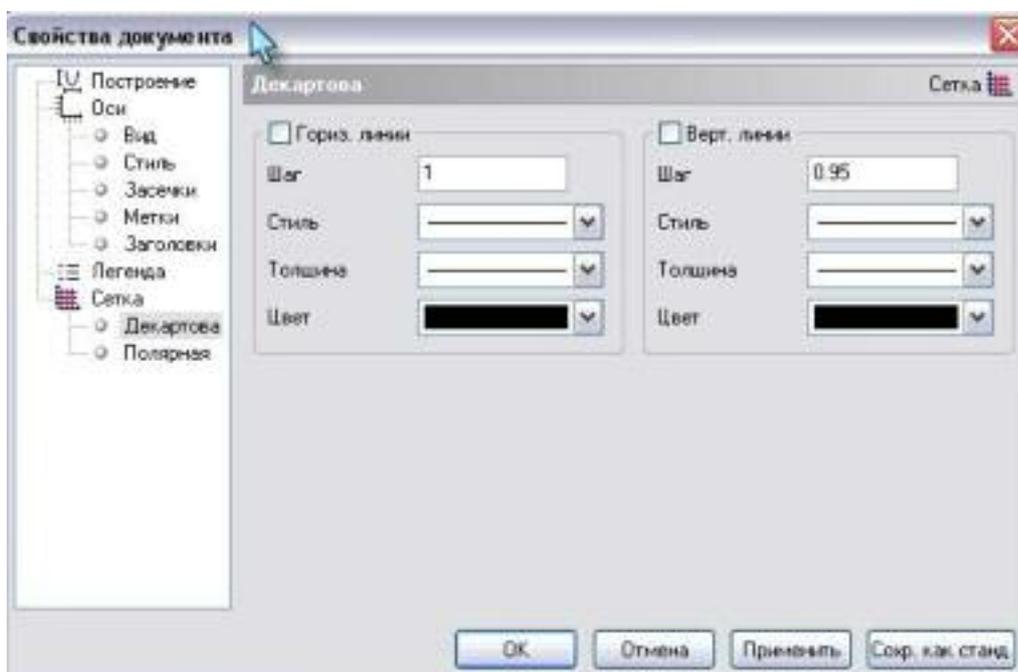
Это очень удобная опция для последующего создания подписи («легенды») к графику, которая будет отображать названия включенных в него графических элементов с указанием типа ли-

нии или штриховки, примененных при визуализации того или иного элемента. Описание графических объектов позволяет также сортировать их в списке графиков (см. следующую картинку).



#### 4. Свойства документа

Это свойства той части плоскости (выбранной пользователем), на которой строятся те или иные графики и другие графические элементы, с введенной на ней координатной системой. К ним относятся, например, интервалы изменения переменных, параметры построения (регулируют *гладкость* отображаемых кривых), масштабирующие коэффициенты по осям, тип осей (предусмотрена

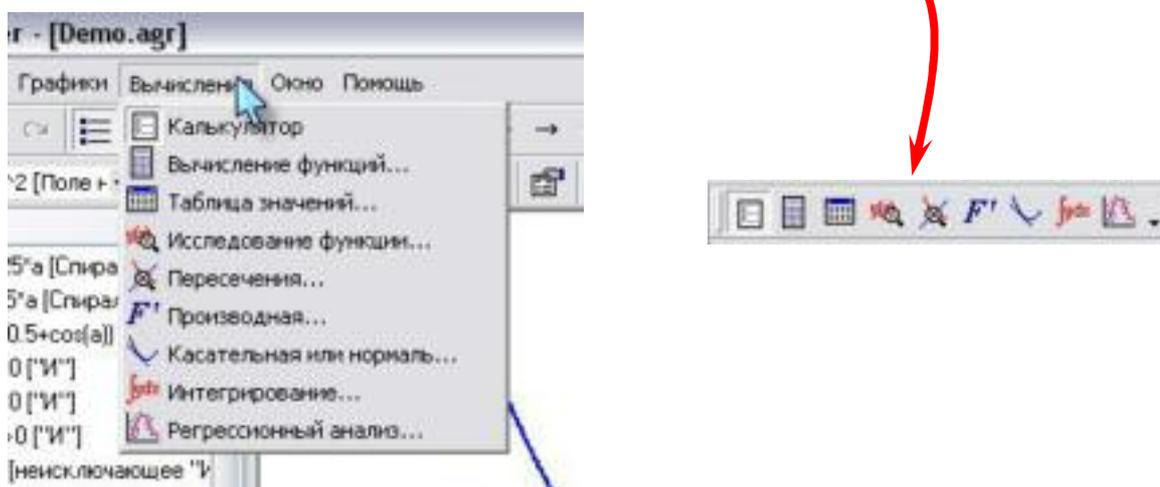


возможность использования логарифмических масштабов по осям), внешний вид осей, их цвет, толщина, засечки, метки и заголовки на них, цвет фона, подпись к графику, тип и стиль координатной сетки. Для получения доступа к этим свойствам нажмите кнопку  на панели инструментов «Стандартная». Учтите, что при изображении тригонометрических функций имеется возможность применить разметку осей, при которой основным масштабом вдоль них является число  $\pi$  (его кратные или доли). Для использования указанной возможности, выполните последовательно переходы «Графики»→ «Наборы свойств» →«Тригонометрический набор».

[Поэкспериментируйте с описанными свойствами самостоятельно, всякий раз отдавая себе отчет в том, что меняется на Вашем графике после изменения тех или иных параметров.](#)

## 5. Вычислительные возможности

Для получения доступа к вычислительным возможностям выберите меню «Вычисления» или используйте панель инструментов «Вычисления»:



## 6. Файлы и буфер обмена

[Переведите самостоятельно с английского языка соответствующую часть файла справки программы Advanced Grapher:](#)

### Files

You can save documents with the help of the File menu. You can also click  to open a document and  to save a document.

### Import and Export Operations

Advanced Grapher allows to import and export information to the other programs and files. You can export/import the following information:

- **Graph pictures.** You can export these pictures to the other programs. Advanced Grapher allows to
  1. copy graph pictures as EMF or BMP to other documents. You can do it with the help of the Edit | Copy As Picture command from the main menu. Copying as EMF is especially useful if you'd like to export graphs to the documents of Microsoft Word.
  2. save graph pictures as EMF or BMP. You can do it with the help of the File | Save As Picture command from the main menu.
 When you copy or save graphs as pictures you can specify the *scale factor*. This is useful if you want to print the graph pictures from the other programs after exporting from Advanced Grapher.

- **Table data.** You can
  1. import table data from the text files. Use the File | Import Table command from the main menu.
  2. export table data to the text files. Use the File | Export Table command from the main menu.

**You can also copy/cut/paste table data when you work with the Graph properties window.**

If you wish to print the graphs use the File | Print command or click  button.

Ниже приведены примеры построения различных графиков при помощи программы Advanced Grapher («Graphs Gallery»), взятых с сайта программы (<http://www.alentum.com>). Дополнительные примеры содержатся в папке «Samples» в том каталоге, где установлена программа. [Изучите их самостоятельно.](#)





-  home
-  downloads
-  order
-  awards
-  contacts
-  link to us

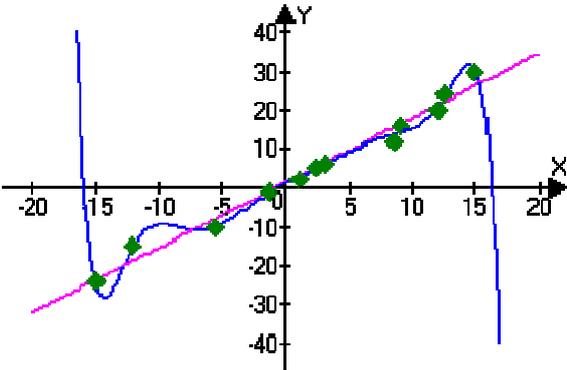
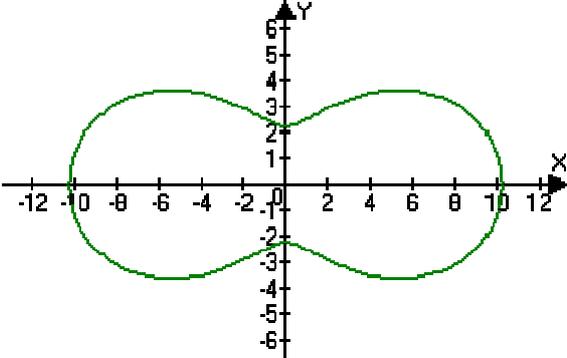
**Products:**

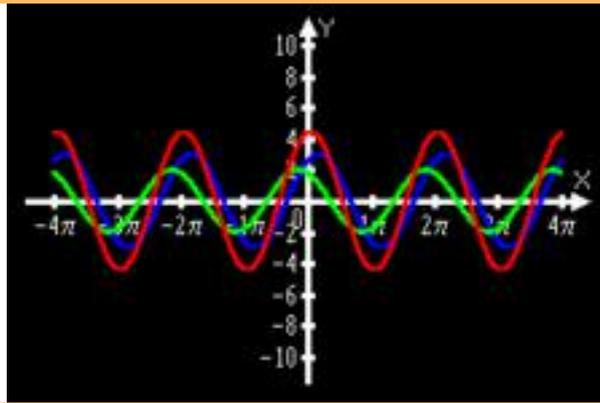
- [Advanced Grapher](#)
- [Advanced Launcher](#)
- [EditPro](#)
- [HTML Search and Replace](#)
- [HTML Compressor](#)
- [WebLog Expert](#)

© 1998-2002 SerpikSoft  
Design by Softidentity

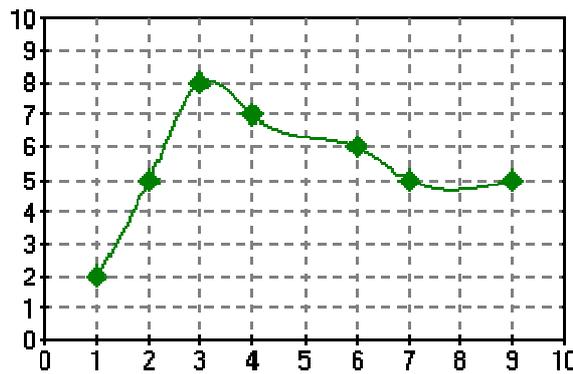
## Graphs Gallery

Here are several interesting graphs plotted with Advanced Grapher.

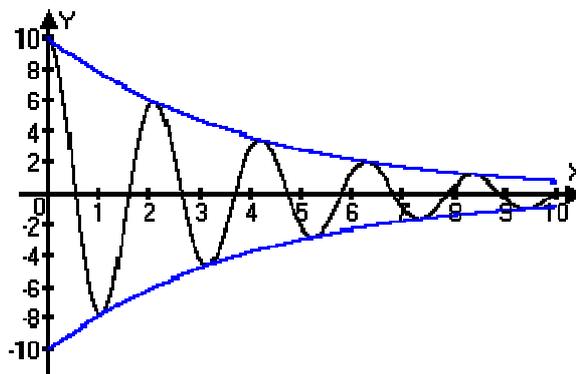
	<p><b>Regression</b></p> <p>The equations of curves are obtained with the help of the regression analysis of the tabular data (which are shown by points)</p> $Y(x) = -(1.1100319 \cdot 10^{-8})x^9 + (4.2010685 \cdot 10^{-8})x^8 + (4.8204417 \cdot 10^{-6})x^7 - (1.9123759 \cdot 10^{-5})x^6 - (6.0569249 \cdot 10^{-4})x^5 + 0.0026407x^4 + 0.0193816x^3 - 0.0956714x^2 + 1.6439131x + 1.0095675$ <p>(polynomial regression, polynomial power is 9)</p> $Y(x) = 1.665949x + 1.3004023$ <p>(linear regression)</p>
	<p><b>Cassini curve</b></p> $R(a) = 2^2 \cdot \cos(2 \cdot a) + \sqrt{2.5^4 - 2^4 \cdot \sin(2 \cdot a)^2}$



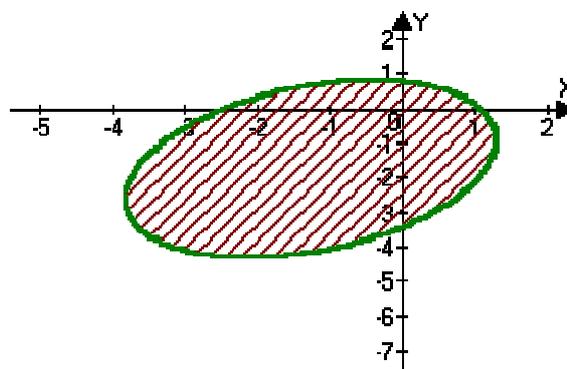
**Addition of oscillations**  
 $Y(x)=\sin(x+1)*3$   
 $Y(x)=\sin(x+2)*2$   
 $Y(x)=\sin(x+1)*3+\sin(x+2)*2$



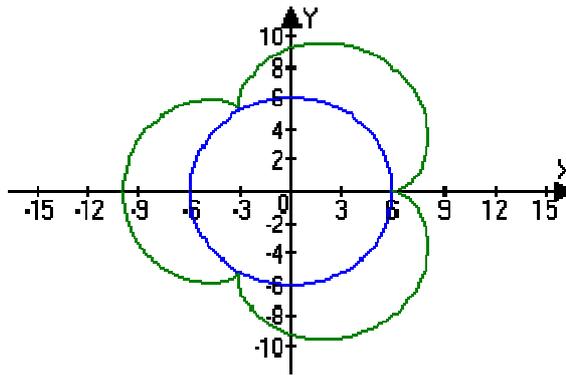
**Smoothing**  
 Table: 7 items



**Damped oscillations**  
 $Y(x)=\exp(-x/4)*10*\cos(x*3)$   
 $Y(x)=\exp(-x/4)*10$   
 $Y(x)=-\exp(-x/4)*10$



**Ellipse**  
 $3*x*x-2*x*y+x*4+y*8+3*y*y-8<0$   
 $3*x*x-2*x*y+x*4+y*8+3*y*y-8=0$

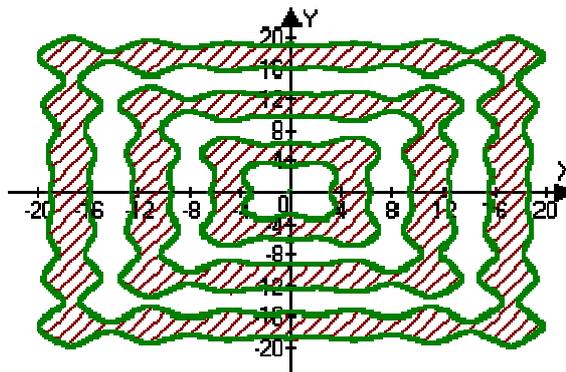


### Epicycloid

$$X(t) = (6+2)\cos(t) - 2\cos((6+2)/2*t);$$

$$Y(t) = (6+2)\sin(t) - 2\sin((6+2)/2*t)$$

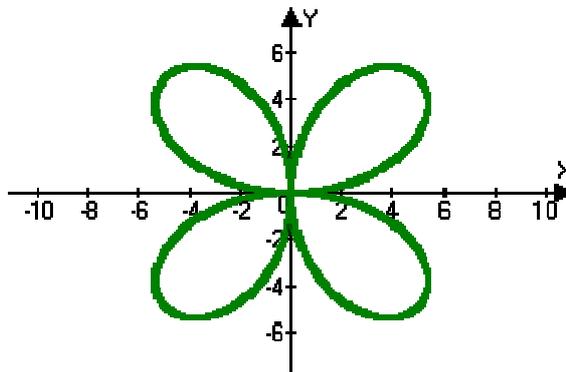
$$R(a) = 6$$



### Equation and inequality

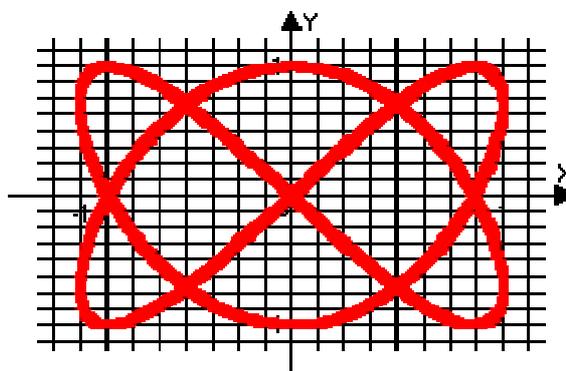
$$x\sin(x) + y\sin(y) < 0$$

$$x\sin(x) + y\sin(y) = 0$$



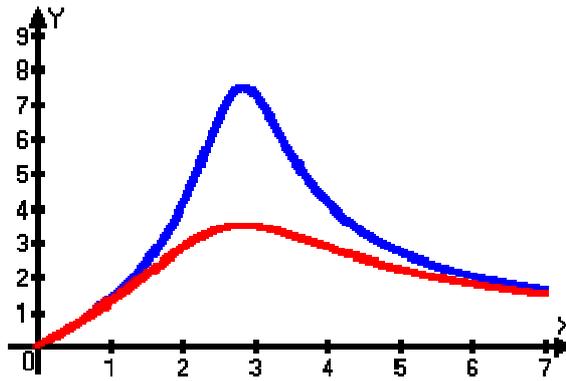
### Four-leaved rose

$$R(a) = 7\sin(2*a)$$



### Orthogonal oscillations

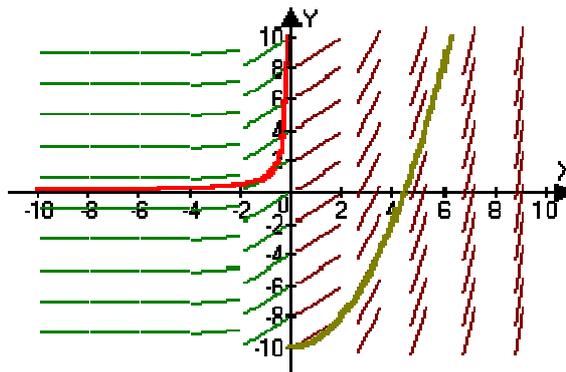
$$X(t) = \sin(2*t); Y(t) = \sin(3*t)$$



### Resonance

$$Y(x) = 15/\sqrt{4 + (1.5x - 12/x)^2}$$

$$Y(x) = 15/\sqrt{18 + (1.5x - 12/x)^2}$$



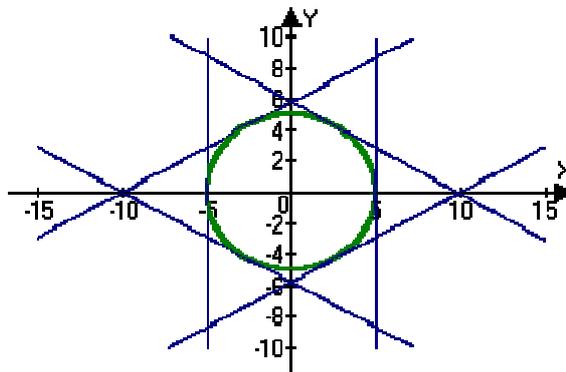
### Slope fields

$$dy/dx = 1/x^2$$

$$dy/dx = x$$

$$Y(x) = -1/x$$

$$Y(x) = x^2/2 - 10$$



### Tangents

The equations of the tangents are obtained with the help of this program

$$R(a) = 5$$

$$X(y) = 5$$

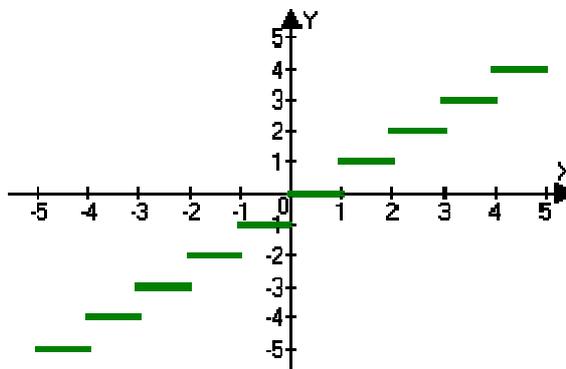
$$Y(x) = -0.5913984x + 5.8089414$$

$$Y(x) = 0.5773502x + 5.7735026$$

$$X(y) = -5$$

$$Y(x) = -0.5773504x - 5.773503$$

$$Y(x) = 0.5773504x - 5.773503$$



### Integer part

$$Y(x) = \text{int}(x)$$

К вышеизложенному прилагается файл demo.agr, в котором также приведены некоторые примеры построения в программе Advanced Grapher ряда графических объектов. Примеры сгруппированы по темам: «Графики явно заданных функций», «Графики неявно заданных функций», «Графики функций, заданных параметрически», «Графики функций в полярных координатах», «Применение логических операций», «Поле направлений и интегральные кривые о.д.у.».

Откройте этот файл из запущенной программы Advanced Grapher, или просто кликните по его иконке, что также приведет к его открытию в программе. Включая и выключая флажки слева от названий графиков в Списке графиков (см. стр.8), следите за появлением и исчезновением соответствующих графических объектов в основном окне программы. **Это должно научить вас самостоятельно строить нужные графики при помощи программы Advanced Grapher.**

### ЗАМЕЧАНИЯ:

**1).** Последняя версия программы (2.11) предусматривает возможность совмещения до **100** графиков в одном документе.

**2).** Определение применяемых при построении некоторых графиков *полярных координат* поясняет нижеследующая картинка. Здесь  $r$  – *полярный радиус*, а  $\varphi$  – *полярный угол* выбранной на плоскости точки  $M$ .

