

# Назначение MathCAD

***MathCAD является математическим редактором, позволяющим проводить разнообразные научные и инженерные расчеты, от элементарной арифметики до реализации сложных численных методов.***

Благодаря простоте применения, наглядности математических действий, обширной библиотеке встроенных функций и численных методов, возможности символьных вычислений, а также превосходному аппарату представления результатов (графики самых разных типов, мощных средств подготовки печатных документов и Web-страниц), MathCAD стал наиболее популярным математическим приложением.

- 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 Раздовым из Массачусетского технологического института (MIT), соучредителем компании Mathsoft, которая с 2006 года является частью корпорации PTC (Parametric Technology Corporation).



**В состав MathCAD входят несколько интегрированных между собой компонентов:**

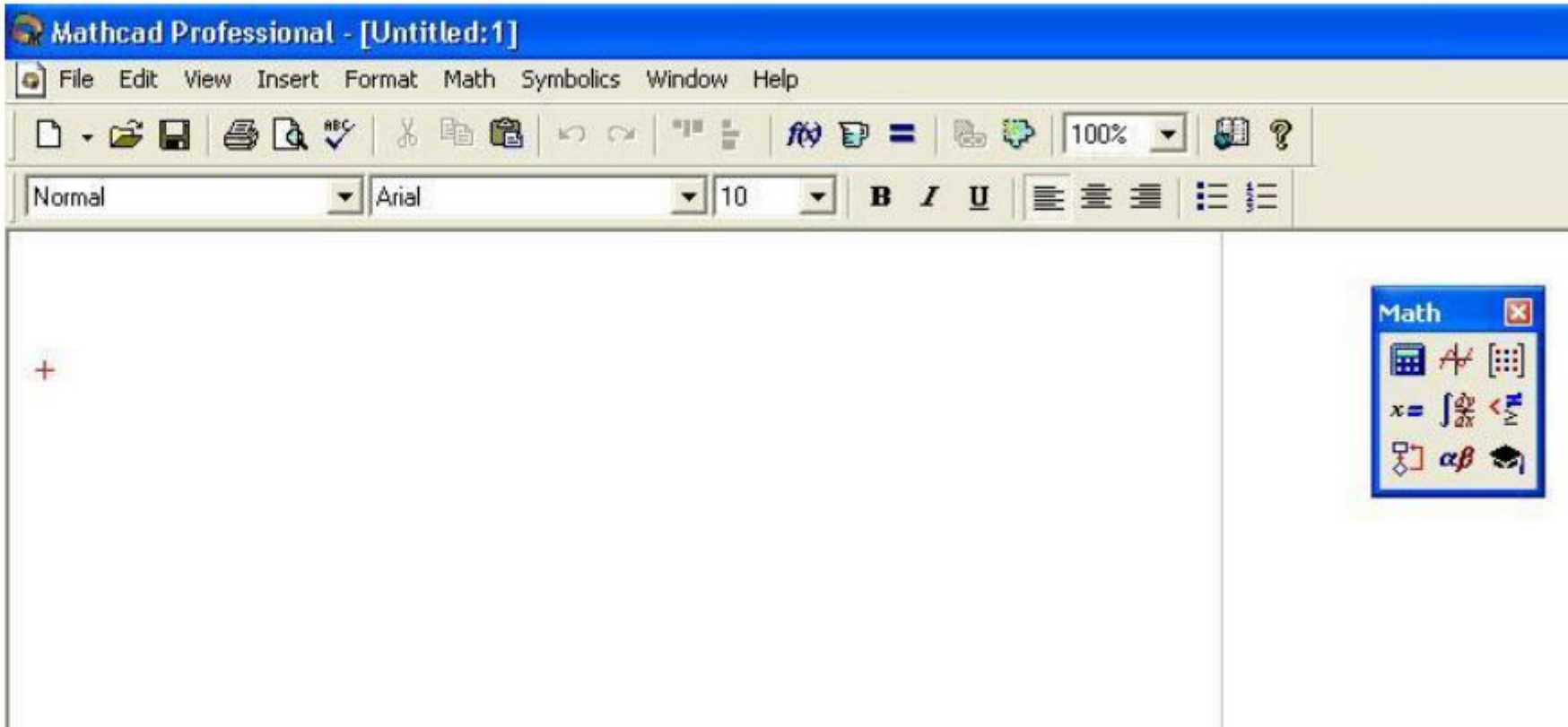
- редактор для ввода и редактирования текста и формул,
- вычислительный процессор для проведения расчетов согласно введенным формулам,
- символьный процессор, являющийся, по сути, системой искусственного интеллекта.



# Возможности MathCAD

**MathCAD предоставляет широкий спектр возможностей:**

1. Решение дифференциальных уравнений, в том числе и численными методами
2. Построение двумерных и трёхмерных графиков функций (в разных системах координат, контурные, векторные и т. д.)
3. Использование греческого алфавита как в уравнениях, так и в тексте
4. Выполнение вычислений в символьном режиме
5. Выполнение операций с векторами и матрицами
6. Символьное решение систем уравнений
7. Аппроксимация кривых
8. Выполнение подпрограмм
9. Поиск корней многочленов и функций
10. Проведение статистических расчётов и работа с распределением вероятностей
11. Поиск собственных чисел и векторов
12. Вычисления с единицами измерения
13. Интеграция с САПР системами, использование результатов вычислений в качестве управляющих параметров.



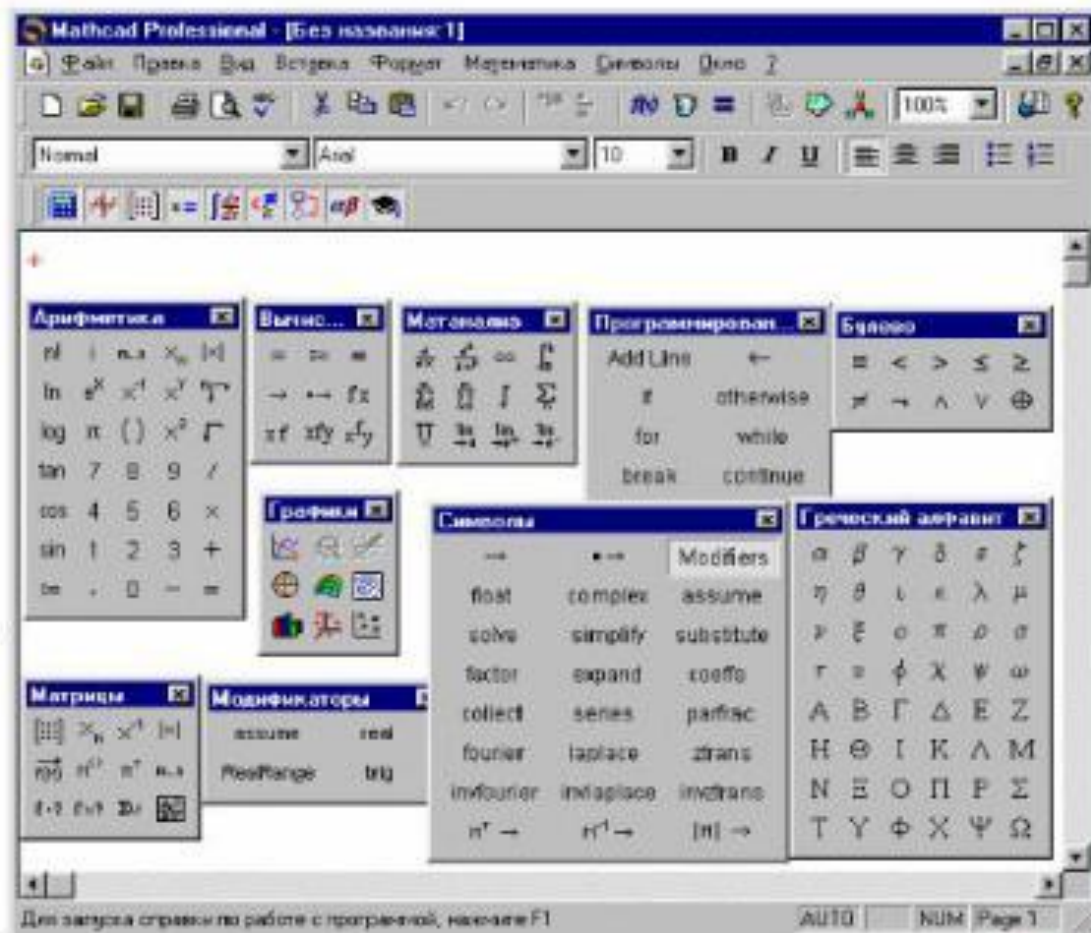
- верхнее меню, или строка меню (menu bar);
- панели инструментов (toolbars) **Standard** (Стандартная) и **Formatting**(Форматирование);
- панель инструментов **Math** (Математика) и доступные через нее дополнительные математические панели инструментов;
- рабочая область (worksheet);
- строка состояния (status line, или status bar);
- всплывающие, или контекстные, меню (pop-up menus, или context menus);

Пиктограмма	Название подключаемой палитры	Назначение палитры (панели)
	Calculator	служит для ввода арифметических операций и часто используемых простых функций
	Graph	содержит команды для построения семи типов графиков
	Matrix	предназначена для создания векторов и матриц и осуществления некоторых операций с ними
	Evaluation	предназначена для вставки операторов управления вычислениями и для вставки пользовательских операторов
	Calculus	позволяет вычислять производные, определенные и неопределенные интегралы, пределы функций и др.
	Boolean	предназначена для вставки операций сравнения и логических операций
	Programming	содержит инструменты программирования, позволяющие формировать программы-функции в среде MathCAD
	Greek	содержит буквы греческого алфавита
	Symbolic	содержит команды, управляющие символьными вычислениями



При запуске отображаются панели инструментов Стандартная, Форматирование и Математика (Math).

Панель Math предназначена для вызова на экран еще девяти панелей (рис. 2), с помощью которых происходит вставка математических операций в документы.



## **Курсор ввода**

Курсор ввода имеет вид небольшого крестика красного цвета. С его помощью

отмечается незаполненное место в документе, куда в текущий момент можно вводить формулы или текст. Чтобы переместить курсор, достаточно щелкнуть указателем мыши в требуемом месте.

## **Многооконный режим редактирования**

Допускается одновременно держать на экране и редактировать сразу несколько документов. Их можно расположить на экране в любом порядке через меню Window (Окно), выбрав в нем порядок расположения окон: каскадом друг за другом, вертикально горизонтально.

## **Строка состояния**

содержит: Контекстно-зависимую подсказку, режим вычислений: автоматический (AUTO) или ручной (Calc F9) и т.д.





указатель мыши



курсор ввода



линии ввода



местозаполнители

Курсоры и местозаполнители, относящиеся к редактированию формул, представлены на рис. 3.

При вводе математического выражения в документе создается математическая область (math region), предназначенная для хранения формул.

## Алфавит входного языка MathCAD включает в себя:

- ✓ строчные и прописные латинские буквы: A, a, B, b, C, c...;
- ✓ арабские цифры от 0 до 9;
- ✓ строчные и прописные греческие буквы: A, α, B, β, Γ, γ, Δ, δ...;
- ✓ символ подчеркивания \_;
- ✓ символ бесконечности ∞;
- ✓ символ штрих ' (набирается с помощью комбинации клавиш ctrl+F7);
- ✓ символ процента %;
- ✓ нижний индекс, формируется с помощью клавиши «.» (точка в режиме латинских букв), используется в качестве индекса в определении идентификаторов переменных и функций, например  $B_2$ .

**Замечание:** нижний индекс не является тождественным числовому индексу векторной переменной.

**Через имя можно обращаться к соответствующему объекту из любого участка документа, расположенного ниже или правее выражения задания переменной.**

The diagram illustrates variable assignments using various symbols and notations. It is divided into two columns of assignments, with arrows pointing from descriptive text to specific parts of the code.

**Left Column Assignments:**

- $a := 7$
- $b := 0.4$
- $\gamma := \text{"true"}$
- $\infty_r := b$
- $[a^2 + |x|] := 67$

**Right Column Assignments:**

- $x4\_1 := a^2 - \tan(x)$
- $n' := 5.3$
- $t\_ \% := 0.16$
- $A_k := 5!$

**Annotations (Left Side):**

- использование латинских букв (points to  $a$  and  $b$ )
- использование греческих букв (points to  $\gamma$ )
- использование символа бесконечности (points to  $\infty$ )
- использование квадратных скобок для произвольно составленного идентификатора (points to  $[a^2 + |x|]$ )

**Annotations (Right Side):**

- использование символов подчеркивания, штриха, процента (points to  $x4\_1$ ,  $n'$ , and  $t\_ \%$ )
- использование нижнего индекса (points to  $A_k$ )



**Из символов алфавита формируются идентификаторы (имена) переменных и функций.**

**Синтаксис при определении имен переменных и функций имеет следующие ограничения:**

- ✓ все буквы идентификатора должны иметь одинаковый стиль и шрифт;
- ✓ имя должно начинаться с буквы или символа бесконечности;
- ✓ символ бесконечности может быть только первым в имени;
- ✓ в идентификатор не могут входить пробельные символы (пробелы, знаки табуляции и прочее);
- ✓ имена не могут совпадать с именами встроенных функций, констант и размерностей, поскольку это приведет к их переопределению;
- ✓ строчные и прописные буквы считаются различными символами, поскольку в системе MathCAD имеет место понятие «чувствительность к регистру»;
- ✓ имена переменных и функций не различаются в документе, т.е. если сначала определить функцию  $f(x)$ , а потом переменную  $f$ , то в оставшейся части документа будет утерян доступ к функции  $f(x)$ , поскольку произойдет ее переопределение.

**Замечание:** необходимо учитывать, что компилятор среды MathCAD прочитывает содержимое рабочей области два раза – слева направо и сверху вниз. В этой связи вычислительные блоки должны располагаться с учетом их приоритетности.

$$x := 2.5 \quad a := 4.1$$

$$y := \sin(x + a) - x^2 \cdot \ln(a)$$

$$y = -8.507$$

$$x := 2.5 \quad a := 4.1 \quad y := \sin(x + a) - x^2 \cdot \ln(a) \quad y = -8.507$$

$$x := 2.5$$

$$a := 4.1$$

$$y := \sin(x + a) - x^2 \cdot \ln(a)$$

$$y = -8.507$$

# Структура MathCAD-документа

В документе MathCAD могут размещаться области трех типов:

- 1) текстовая;                    }
  - 2) вычислительная;            }
  - 3) графическая.                 }
- неисполняемая область
- исполняемые области



# Пример размещения областей различных типов

Mathcad - [Untitled:1]

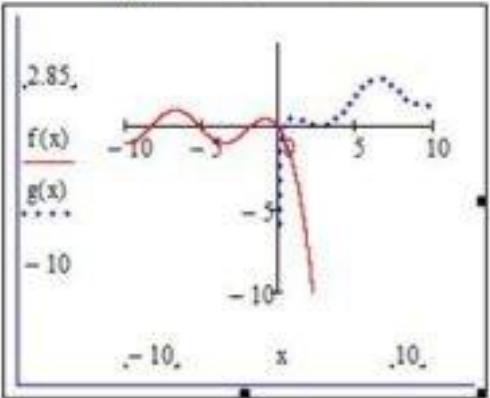
File Edit View Insert Format Tools Symbolics Window Help

Normal Arial 10

$x := -10, -9.999.. 10$

$f(x) := \sin(x + 2) - e^x$

$g(x) := \ln(x) + \cos(x)$



Trace Window - Untitled:1

# Определение функции

Использование функций целесообразно в тех случаях, когда одна и та же формула применяется к различным, заранее не известным исходным данным. Эти данные объявляются АРГУМЕНТАМИ функции (указываются в круглых скобках) и их не обязательно определять ранее как переменные. Другие имена в формуле, не объявленные аргументами, необходимо определить ранее как переменные. Например:

После определения функции ее можно использовать с любыми значениями аргументов. Если аргументов несколько, они указываются через запятую:

- 

$a := 1.3 \quad b := 2.4 \quad c := 0.75$

$$f(x) := \left[ \frac{a \cdot b + c^2}{|a - 2 \cdot b|} \right] + (\log(a \cdot x))^3$$

$$f(13) = 2.903$$

$$f(1) = 1.054$$

$$f(2) = 1.124$$

$$f(-1) = 0.417 - 2.487i$$

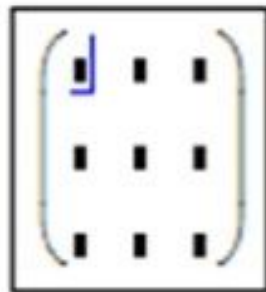
$$f(0) = \text{!}$$

$$uu(r, t) := r + t$$

$$uu(1, 2) = 3$$



- ❖ Вектор или матрицу задают с помощью нажатия горячих клавиш ALT+M либо с панели инструментов **Matrix**. Над матрицами возможны операции сложения, вычитания, перемножения, возведения в квадрат, обращения, транспонирования, определение детерминанта.
- ❖  $C := A^{-1}$  – получение обратной матрицы
- ❖  $C := A^T$  – получение транспонированной матрицы
- ❖  $N := |A|$  - вычисление детерминанта





# Построение графиков

## 1 способ

- можно воспользоваться позицией Главного меню **Insert**, выбрав команду **Graph** и в раскрывающемся списке - тип графика;

## 2 способ

- выбрать тип графика на наборной панели **Graph**, которая включается кнопкой на панели **Math**;

## 3 способ

- воспользоваться быстрыми клавишами (они предусмотрены не для всех типов графиков).

# Команда меню Insert→Graph



- **X-Y Plot** (X-Y Зависимость) клавиша [ @ ]. Служит для построения графика функции  $y=f(x)$  в виде связанных друг с другом пар координат  $(x_i, y_i)$  при заданном промежутке изменения для  $i$ .



- **Polar Plot** (Полярные координаты) клавиши [ Ctrl+7 ]. Служит для построения графика функции  $r(q)$ , заданной в полярных координатах, где полярный радиус  $r$  зависит от полярного угла  $q$ .



- **Surface Plot** (Поверхности) клавиши [ Ctrl+2 ]. Служит для представления функции  $z=f(x,y)$  в виде поверхности в трехмерном пространстве. При этом должны быть заданы векторы значений  $x_i$  и  $y_j$ , а также определена матрица вида  $A_{i,j}=f(x_i, y_j)$ . Имя матрицы  $A$  указывается при заполнении рамки-шаблона. С помощью этой команды можно строить параметрические графики.



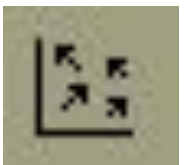
**Contour Plot** (Контурный график). Строит диаграмму линий уровня функции вида  $z=f(x,y)$ , т.е. отображает точки, в которых данная функция принимает фиксированное значение  $z=const$ .



**3D Bar Plot** (3D Диаграммы). Служит для представления матрицы значений  $A_{ij}$  или отображения значений функции  $z=f(x,y)$  в виде трехмерной столбчатой диаграммы.



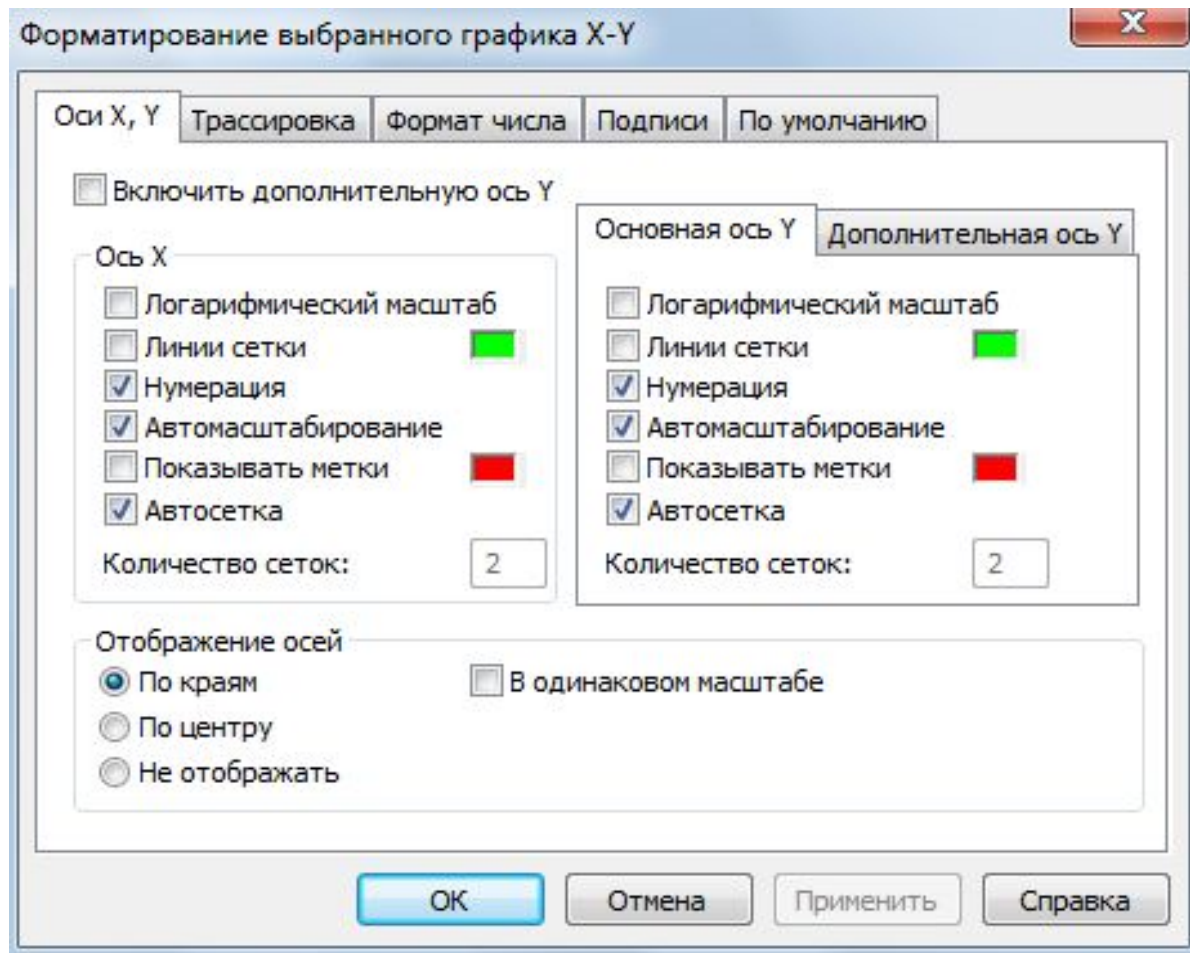
**3D Scatter Plot** (3D Точечный ). Служит для точечного представления матрицы значений  $A_{ij}$  или отображения значений функции  $z=f(x,y)$  в заданных точках. Эта команда может также использоваться для построения пространственных кривых.



**Vector Field Plot** (Поле векторов). Служит для представления двумерных векторных полей  $V=(V_x, V_y)$ . При этом компоненты векторного поля  $V_x$  и  $V_y$  должны быть представлены в виде матриц. При помощи этой команды можно построить поле градиента функции  $f(x,y)$



# Окно выбора оформления графика



# Пример расчета

Дано (с системе СИ)

$$k := 40 \cdot 10^{-15} \quad h := 10 \quad \Delta P := 5 \cdot 10^6$$

$$\mu := 0.005 \quad R_K := 1000 \quad r_c := 0.1$$

Ответ (в системе СИ) м3/с

$$Q := \frac{2\pi \cdot k \cdot h \cdot \Delta P}{\mu \cdot \ln\left(\frac{R_K}{r_c}\right)} = 2.729 \times 10^{-4}$$

Тот же расчет с единицами измерения

$$k := 40 \cdot 10^{-15} \cdot \text{m}^2 \quad h := 10 \cdot \text{m} \quad \Delta P := 50 \cdot \text{atm}$$

$$\mu := 0.005 \cdot \text{Pa} \cdot \text{s} \quad R_K := 1000 \cdot \text{m} \quad r_c := 10 \cdot \text{cm}$$

Ответ (в системе СИ) м3/с

$$Q := \frac{2\pi \cdot k \cdot h \cdot \Delta P}{\mu \cdot \ln\left(\frac{R_K}{r_c}\right)} = 2.765 \times 10^{-4} \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

Ответ (в выбранной размерности) м3/сут

$$Q := \frac{2\pi \cdot k \cdot h \cdot \Delta P}{\mu \cdot \ln\left(\frac{R_K}{r_c}\right)} = 2.765 \times 10^{-4} \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

*Записать свою  
единицу измерения*



$$Q := \frac{2\pi \cdot k \cdot h \cdot \Delta P}{\mu \cdot \ln\left(\frac{R_K}{r_c}\right)} = 23.889 \frac{\text{m}^3}{\text{day}}$$

# Вывод значений функции

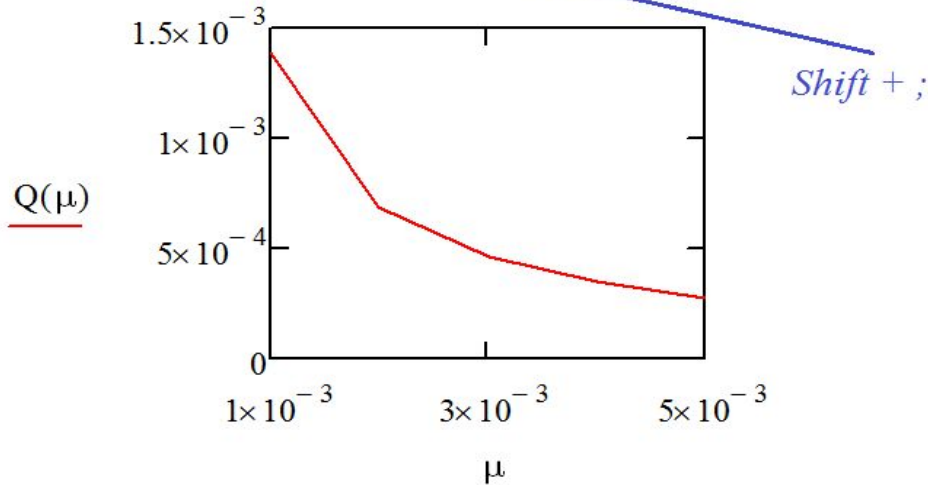
Вывод на график, делаем функцию

$$Q(\mu) := \frac{2\pi \cdot k \cdot h \cdot \Delta P}{\mu \cdot \ln\left(\frac{R_K}{r_c}\right)}$$

Задаем диапазон изменения аргумента

Первое значение, второе значение, знак диапазона, последнее значение

$$\mu := 0.001 \text{ Pa} \cdot \text{s}, 0.002 \text{ Pa} \cdot \text{s} .. 0.005 \text{ Pa} \cdot \text{s}$$



Вывод в таблицу, делаем функцию

$$Q(\mu) := \frac{2\pi \cdot k \cdot h \cdot \Delta P}{\mu \cdot \ln\left(\frac{R_K}{r_c}\right)}$$

Задаем диапазон изменения аргумента

$$\mu := 0.001 \text{ Pa} \cdot \text{s}, 0.002 \text{ Pa} \cdot \text{s} .. 0.005 \text{ Pa} \cdot \text{s}$$

$Q(\mu) =$

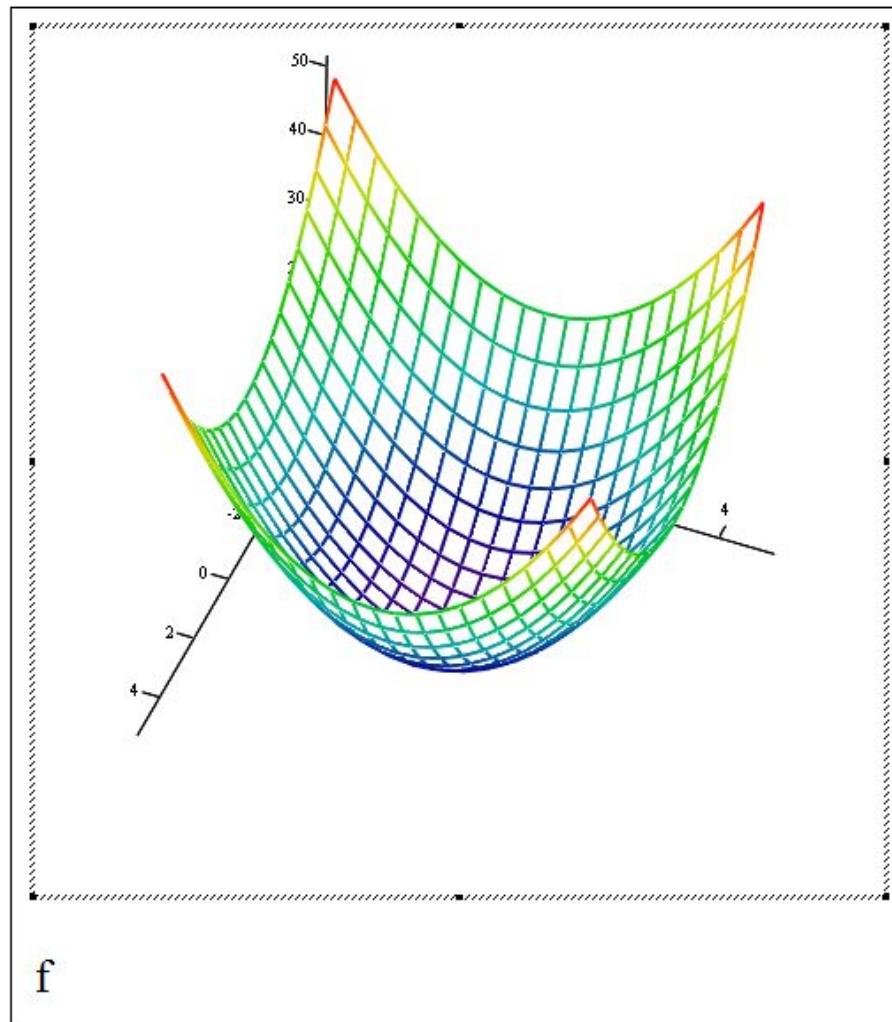
$1.382 \cdot 10^{-3}$	$\frac{\text{m}^3}{\text{s}}$
$6.912 \cdot 10^{-4}$	
$4.608 \cdot 10^{-4}$	
$3.456 \cdot 10^{-4}$	
$2.765 \cdot 10^{-4}$	



# Задание функции от двух переменных

$$f(x,y) := x^2 + y^2$$

$$f(2,3) = 13$$



**Пример вывода трехмерной  
зависимости функции от  
двух переменных**

# Решение системы линейных алгебраических уравнений (СЛАУ)



$A \cdot X = B$	$A$	$B$	$X := A^{-1} \cdot B$
$5x_1 + 35x_2 + 5x_3 + 5x_4 = 15$	$\begin{bmatrix} 5 & 35 & 5 & 5 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 15 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} -79 \end{bmatrix}$
$3x_1 + 4x_2 + 2x_3 + x_4 = 16$	$\begin{bmatrix} 3 & 4 & 2 & 1 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 16 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 \end{bmatrix}$
$2x_1 + x_2 + 3x_3 + 5x_4 = 10$	$\begin{bmatrix} 2 & 1 & 3 & 5 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 10 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 154 \end{bmatrix}$
$4x_1 - 3x_2 + 4x_3 + 6x_4 = 2$	$\begin{bmatrix} 4 & -3 & 4 & 5 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 2 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} -59 \end{bmatrix}$

$A^{-1}$  – обратная матрица

**Другой способ получения решения**

$X := \text{Solve}(A, B)$

$\text{Solve}(A, B)$  - стандартная функция



Интегрирование, дифференцирование и т.д. можно выполнять двумя методами: численным и символьным. При записи исходных выражений используется палитра символьных вычислений. Набор завершается нажатием клавиш **<Shift/F9>**

В результате использования численного метода получается **приближенное число.**

$$\int_1^{7.5} x^2 dx = 140.291$$

В результате использования символьного метода в результате получается **символьное (аналитическое) выражение.**

$$\int_a^b x^2 dx = \frac{1}{3} \cdot b^3 - \frac{1}{3} \cdot a^3$$



# Пример решения уравнения

The screenshot shows the Mathcad interface with the following content:

Given

$$x + 2 \cdot \pi \cdot y = a$$
$$4 \cdot x + y = b$$

Find(x,y)  $\rightarrow$  
$$\begin{bmatrix} \frac{2 \cdot \pi \cdot b - a}{(-1) + 8 \cdot \pi} \\ \frac{-[(-4) \cdot a + b]}{(-1) + 8 \cdot \pi} \end{bmatrix}$$

A Windows Calculator window is open, showing a grid of mathematical functions and constants:

sin	cos	tan	ln	log
nl	i	x	√	∛
e <sup>x</sup>	1/x	( )	x <sup>2</sup>	x <sup>y</sup>
π	7	8	9	/
1/4	4	5	6	×
÷	1	2	3	+
=	.	0	-	=

At the bottom of the Mathcad window, it says "Press F1 for help." and "Page 1".