

# MAPLE

**Maple — типичная интегрированная система.**

Она объединяет в себе:

- мощный язык программирования (он же язык для интерактивного общения с системой);
- редактор для подготовки и редактирования документов и программ;
- современный многооконный пользовательский интерфейс с возможностью работы в диалоговом режиме;
- мощную справочную систему со многими примерами;
- ядро алгоритмов и правил преобразования математических выражений;
- численный и символьный процессоры;
- систему диагностики;
- библиотеки встроенных и дополнительных функций;
- пакеты функций сторонних производителей и поддержку некоторых других языков программирования и программ.

# MAPLE

## Базовые возможности системы:

### Интерфейс:

- \* работа со многими окнами;
- \* вывод графиков в отдельных окнах или в окне документа;
- \* представление выходных и входных данных в виде естественных математических формул;
- \* задание текстовых комментариев различными шрифтами;
- \* возможность использования гиперссылок и подготовки электронных документов;
- \* удобное управление с помощью клавиатуры через главное меню и инструментальную панель;
- \* управление с помощью мыши.

### Символьные и численные вычисления:

- \* дифференцирование функций;
- \* численное и аналитическое интегрирование;
- \* вычисление пределов функций;
- \* разложение функций в ряды;
- \* вычисление сумм и произведений;
- \* интегральные преобразования Лапласа, Фурье и др.;
- \* дискретные Z-преобразования;
- \* прямое и обратное быстрое преобразование Фурье;
- \* работа с кусочно-заданными функциями.

# MAPLE

## Работа с уравнениями в численном и символьном виде:

- \* решение систем линейных и нелинейных уравнений;
- \* решение систем дифференциальных уравнений;
- \* символьное вычисление рядов;
- \* работа с рекуррентными функциями;
- \* решение трансцендентных уравнений;
- \* решение систем с неравенствами.

## Работа с функциями:

- \* вычисление значений всех элементарных функций;
- \* вычисление значений большинства специальных математических функций;
- \* пересчет координат точек между различными координатными системами;
- \* задание функций пользователя.

## Линейная алгебра:

- \* свыше ста операций с векторами и матрицами;
- \* решение систем линейных уравнений;
- \* формирование специальных матриц и их преобразования;
- \* вычисление собственных значений и собственных векторов матриц;
- \* поддержка быстрых векторных и матричных алгоритмов пакета программ NAG.

# MAPLE

## Графическая визуализация результатов вычислений:

- \* построение графиков многих функций;
- \* различные типы осей (с линейным и логарифмическим масштабом);
- \* графики функций в декартовой и полярной системах координат;
- \* специальные виды графиков (точки массивов, векторные графики, диаграммы уровней и др.);
- \* системы координат, определяемые пользователем;
- \* графики, представляющие решения дифференциальных уравнений;
- \* графики трехмерных поверхностей с функциональной закраской;
- \* построение пересекающихся в пространстве объектов;
- \* задание пользователем окраски графиков;
- \* импорт графиков из других пакетов и программных систем;
- \* анимация графиков;
- \* создание и проигрывание анимационных файлов.

## Программирование:

- \* встроенный язык процедурного программирования;
- \* простой и типичный синтаксис языка программирования;
- \* обширный набор типов данных;
- \* типы данных, задаваемых пользователем;
- \* средства отладки программ;
- \* мощные библиотеки функций;
- \* задание внешних функций и процедур;
- \* поддержка языков программирования C и Fortran;
- \* возможность записи формул в формате LaTeX.

# MAPLE

Палитры ввода символов:

SYMBOL — ввод отдельных символов (греческих букв и некоторых математических знаков);

EXPRESSION — ввод шаблонов математических операторов и операций;

MATRIX — ввод шаблонов матриц разных размеров;

VECTOR — ввод шаблонов векторов разных размеров и типов (векторы-столбцы или векторы-строки)

**Меню системы (контекстно-зависимое):**

# File — работа с файлами и печатью документов;

# Edit — команды редактирования документа и операции с буфером обмена;

# View — управление видом пользовательского интерфейса;

# Insert — операции вставки;

# Format — операции задания форматов;

# Spreadsheet — операции задания таблиц;

# Options — задание параметров;

# Window — управление окнами;

# Help — работа со справочной системой.

# строка заголовка (сверху);

# строка главного меню;

# главная панель инструментов;

# контекстная панель инструментов, вид которой зависит от режима работы с Maple;

# окно ввода и редактирования документов;

# строка состояния (в самом низу окна).

# MAPLE

```
> 2*sin(1.);  
1.682941970  
> 2*sin(1);  
2sin(1)
```

```
> son(1.0);  
son(1.0)
```

```
> sin(1.0);  
.8414709848
```

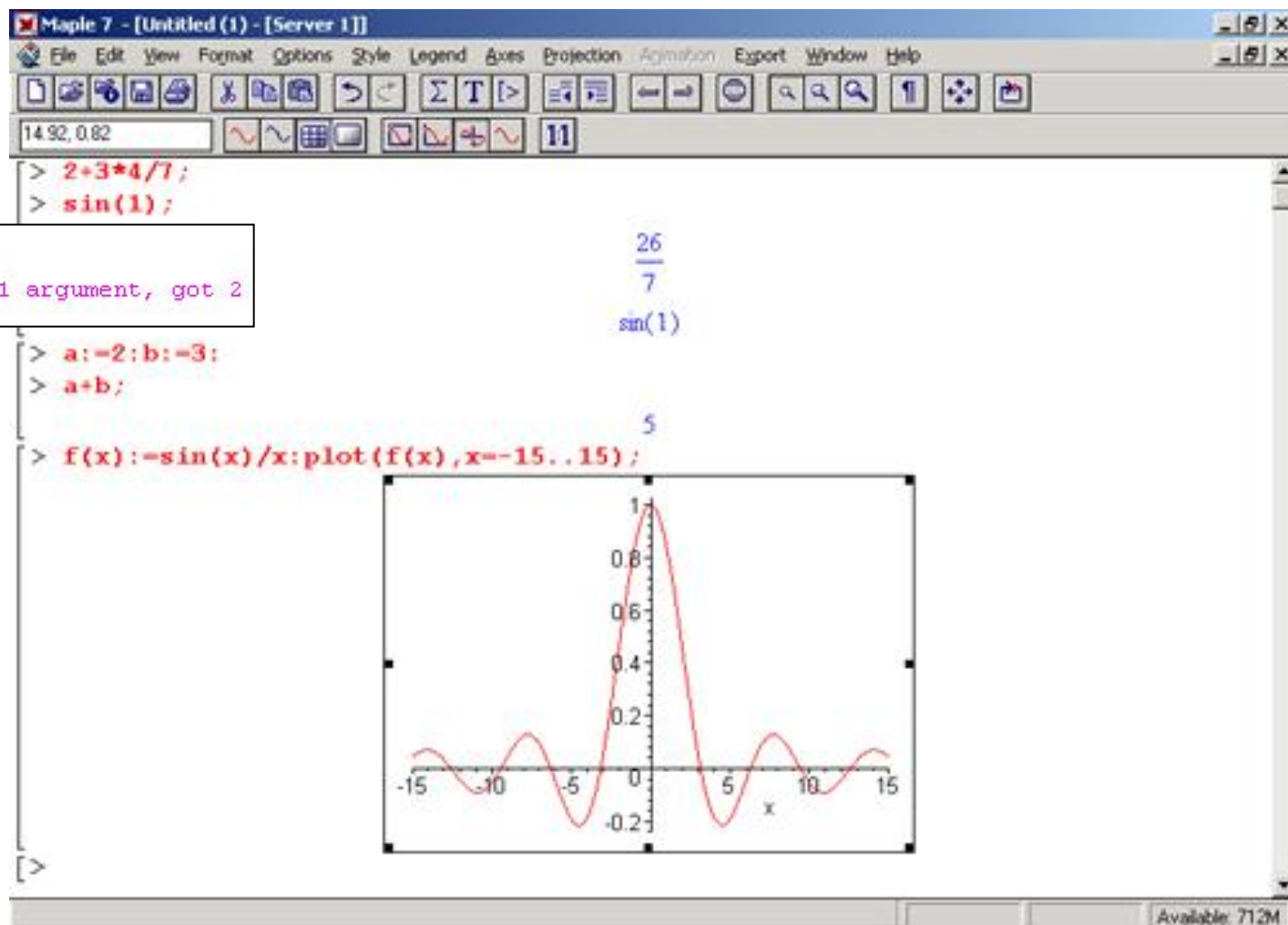
```
> sin(1,0);  
Error, (in sin) expecting 1 argument, got 2
```

```
> x:=y;  
x=y  
> y:=z;  
y=z  
> z:=2;  
z=2  
> x;  
2  
> y;
```

```
> X/Y*Z;  
> %;  
 $\frac{XZ}{Y}$ 
```

```
> X/(Y*Z);  
 $\frac{X}{YZ}$ 
```

Знак фиксации конца выражения «;» (точка с запятой) указывает, что результат его вычисления должен быть выведен на экран, а знак «:» (двоеточие) отменяет вывод и может использоваться как знак разделителя при записи нескольких выражений в одной строке. Оператор вычисления предыдущего выражения – «%».



# MAPLE

## Экспресс-проверка вводимых выражений

```
> X:=2: Y:=3| Z:=4:  
Error, missing operator or `|`
```

```
> 2** |*3*sin(1.);  
Error, `|` unexpected
```

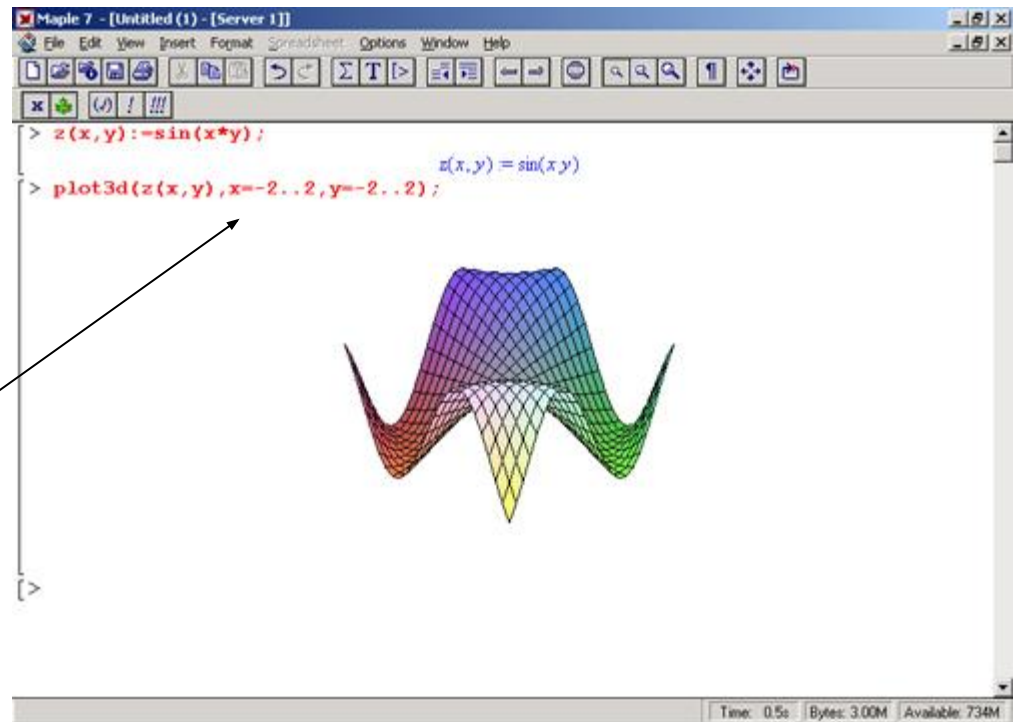
```
> 2**3*sin(1.);  
6.731767878
```

```
> 2^3*sin(1.0);  
6.731767878
```

```
> 2^(3*sin(1.0));  
5.753392735
```

Трехмерные графики

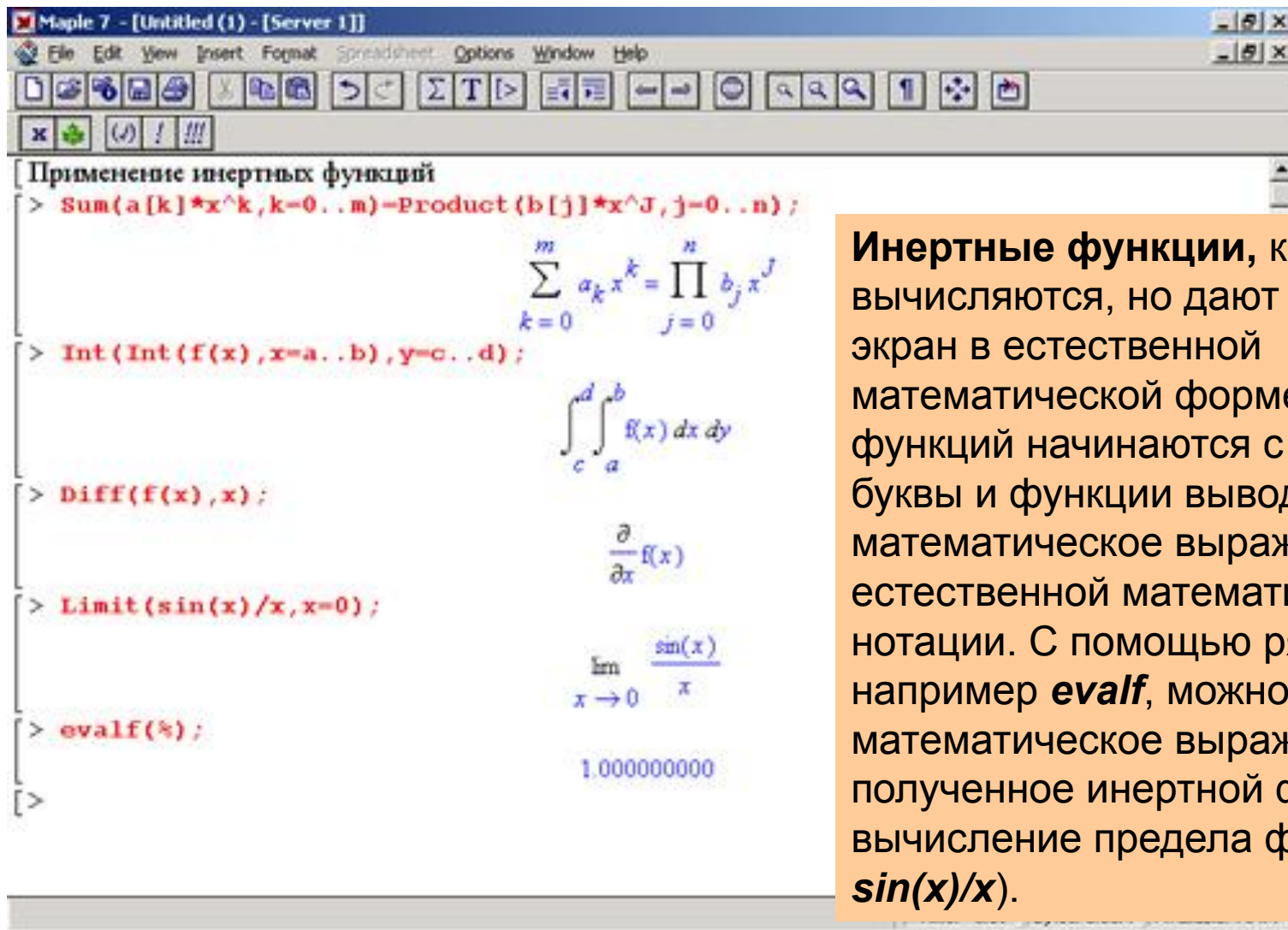
Круглые скобки – основной способ указания порядка вычислений





# MAPLE

## Представление входных выражений в математической форме



Приложение инертных функций

```
> Sum(a[k]*x^k,k=0..m)=Product(b[j]*x^j,j=0..n);
```

$$\sum_{k=0}^m a_k x^k = \prod_{j=0}^n b_j x^j$$

```
> Int(Int(f(x),x=a..b),y=c..d);
```

$$\int_c^d \int_a^b f(x) dx dy$$

```
> Diff(f(x),x);
```

$$\frac{\partial}{\partial x} f(x)$$

```
> Limit(sin(x)/x,x=0);
```

$$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin(x)}{x}$$

```
> evalf(%);
```

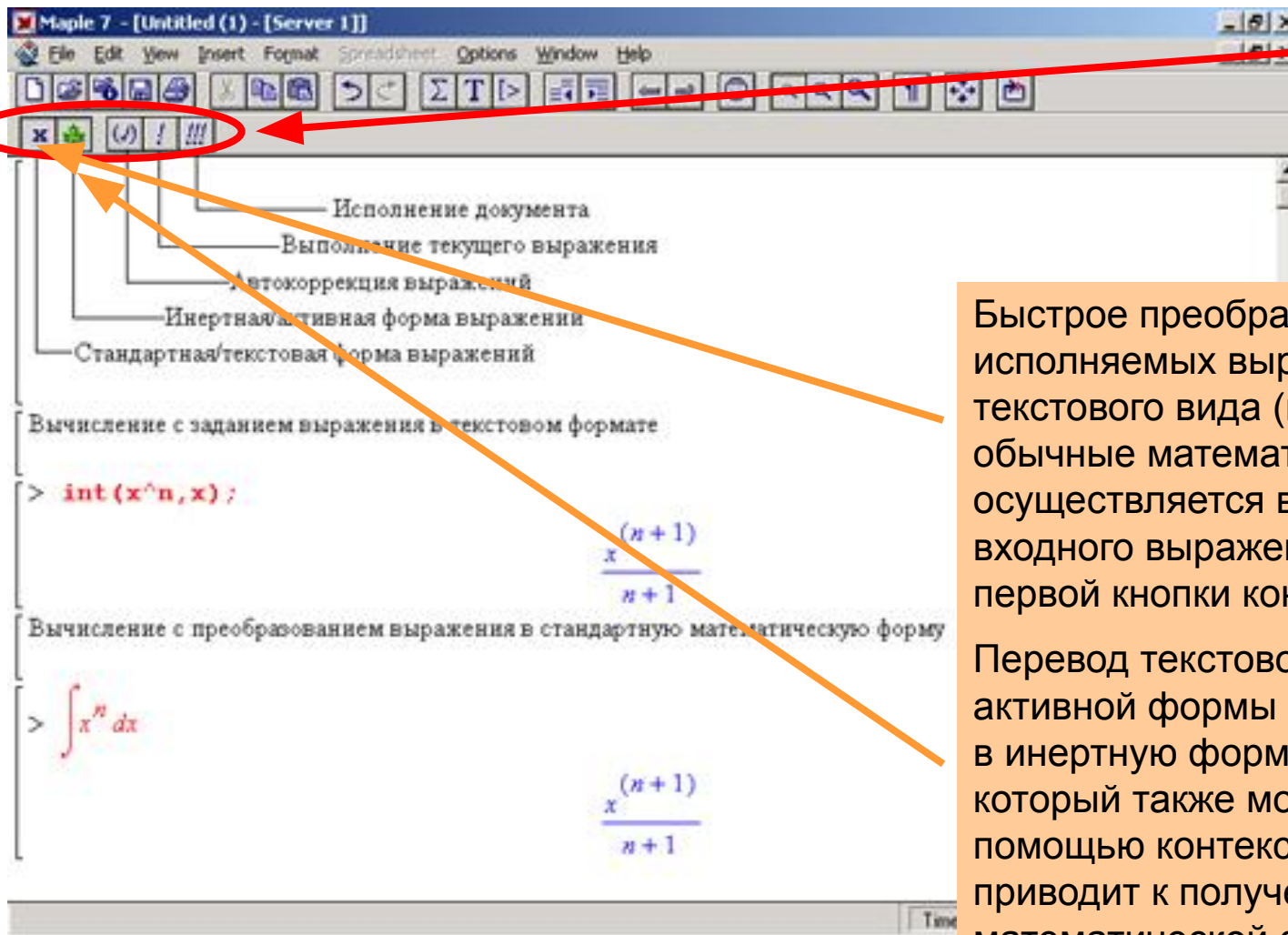
1.0000000000

**Инертные функции**, которые не вычисляются, но дают вывод на экран в естественной математической форме. Имена таких функций начинаются с большой буквы и функции выводят математическое выражение в естественной математической нотации. С помощью ряда функций, например **evalf**, можно вычислить математическое выражение, полученное инертной функцией (см. вычисление предела функции **sin(x)/x**).

Также формулы можно вводить в текстовых комментариях (строка, начинающаяся с символа «#»), а также с помощью быстрого преобразования строковых выражений ввода в естественные математические формулы (кнопка контекстной панели).



# MAPLE



Контекстная панель, когда курсор находится в строке ввода выражения

Быстрое преобразование исполняемых выражений из текстового вида (на Maple-языке) в обычные математические формулы осуществляется выделением входного выражения и нажатием первой кнопки контекстной панели.

Перевод текстового представления из активной формы (с маленькой буквы) в инертную форму (с большой буквы), который также можно выполнить с помощью контекстной панели, приводит к получению выражения в математической форме

# MAPLE

## Символьные вычисления

Пример: расчет сопротивления параллельно подсоединенных резисторов.

```
> eq:=1/R0=1/R1+1/R2+1/R3;
```

$$eq := \frac{1}{R0} = \frac{1}{R1} + \frac{1}{R2} + \frac{1}{R3}$$

Задание выражения в символьной форме (результат преобразуется в математическую форму)

```
> R0:=solve(eq,R0);
```

$$R0 := \frac{R1 R2 R3}{R2 R3 + R1 R3 + R1 R2}$$

Преобразование выражения с помощью функции **solve()**

```
> R1:=1:R2:=2:R3:=3:R0;
```

$$\frac{6}{11}$$

```
> evalf(%);
```

```
.545454545
```

Вычисление формулы при заданных значениях (получается натуральная дробь) и вычисление результата в десятичную форму с помощью функции **evalf(%)**.

# MAPLE

```
Maple 7 - [Untitled (1) - [Server 1]]
File Edit View Insert Format Spreadsheet Options Window Help
x^(a+1)/(a+1)
[ Демонстрация символьных преобразований и вычислений
> eq1:=-cos(x)^5 + sin(x)^4 + 2*cos(x)^2-2*sin(x)^2-cos(2*x);
eq1 = cos(x)^5 + sin(x)^4 + 2*cos(x)^2 - 2*sin(x)^2 - cos(2*x)
> simplify(eq1);
cos(x)^5 + cos(x)^4
> eq2:=-x*sqrt(x^2);
eq2 = x*sqrt(x^2)
> simplify(eq2);
x^2*csgn(x)
> sum(1/i, i=1..50);
13943237577224054960759
3099044504245996706400
> int(x^a, x);
x^(a+1)
(a+1)
a+1
[>
Time: 2.7s
```

Преобразование (упрощение) тригонометрического и алгебраического выражений с помощью функции **simplify()**

Вычисление суммы ряда с помощью функции **sum()**

Результат вычислений можно выделить с помощью мыши и использовать в дальнейших вычислениях, параллельно транскрипция выражения на Maple-языке дублируется в строке ввода

# MAPLE

```
Maple 7 - [Untitled (1) - [Server 1]]
File Edit View Insert Format Spreadsheet Options Window Help
[Icons]
[Icons]
[Icons]
Примеры вычисления производной и интегралов
> diff(sin(x)^2, x);
2 sin(x) cos(x)
> int(1/sqrt(1-x^2), x=0..1);
1/2 pi
> Int(exp(-t)/t^(1/3), t=0..infinity);
int_0^inf e^(-t) / t^(1/3) dt
> value(%);
Gamma(2/3)
> int(sin(x), x=0..Pi);
2
> int(sin(x), x=0..2*Pi);
0
Time: 41s Bytes: 3.62M Available: 697M
```

Вычисление производной (функция **diff()**) и определенных интегралов (функции **int()** и **Int()**) в различных представлениях (активной и инертной форме).

# MAPLE

Maple 7 - [Untitled (1) - [Server 1]]

File Edit View Insert Format Spreadsheet Options Window Help

Example of calculating a definite integral that does not have a representation in terms of functions of the Maple system

Some integrals do not have a representation in terms of functions of the Maple7 system. In this case, the integral is simply repeated:

$$> r1 = \int_{-1}^1 \frac{e^{-t}}{\sqrt{1-t^2}} dt$$
$$r1 = \int_{-1}^1 \frac{e^{-t}}{\sqrt{1-t^2}} dt$$

However, using the `evalf` function, it is possible to calculate the numerical value of such an integral:

```
> evalf(r1);
```

3.141592654

>

Time: 6.7s Bytes: 3.62M Available: 703M



Maple 7 - [Untitled (1) - [Server 1]]

File Edit View Insert Format Spreadsheet Options Window Help

$\left[ \begin{array}{l} \text{Решение квадратного и кубического уравнений} \\ > \text{solve}(a*x^2+b*x+c, x); \\ \end{array} \right.$ 

$$\frac{1-b+\sqrt{b^2-4ac}}{2a}, \frac{1-b-\sqrt{b^2-4ac}}{2a}$$

$$\left. \begin{array}{l} > \text{solve}(a*x^3+b*x^2+c*x+d, x); \\ \end{array} \right.$$

$$\frac{1}{6} \frac{(36bca - 108da^2 - 8b^3 + 12\sqrt{3}\sqrt{4ac^3 - c^2b^2 - 18bcad + 27d^2a^2 + 4db^3a})}{a} \left(\frac{1}{3}\right)$$

$$-\frac{2}{3} \frac{3ac - b^2}{a(36bca - 108da^2 - 8b^3 + 12\sqrt{3}\sqrt{4ac^3 - c^2b^2 - 18bcad + 27d^2a^2 + 4db^3a})} \left(\frac{1}{3}\right) - \frac{1}{3} \frac{b}{a}$$

$$-\frac{1}{12} \frac{(36bca - 108da^2 - 8b^3 + 12\sqrt{3}\sqrt{4ac^3 - c^2b^2 - 18bcad + 27d^2a^2 + 4db^3a})}{a} \left(\frac{1}{3}\right)$$

$$\frac{1}{-(3ac - b^2)}$$

Time: 6.7s Bytes: 3.62M Available: 703M

# MAPLE

The screenshot shows the Maple 7 software interface. The title bar reads "Maple 7 - [Untitled (1) - [Server 1]]". The menu bar includes "File", "Edit", "View", "Insert", "Format", "Spreadsheet", "Options", "Window", and "Help". The toolbar contains various icons for file operations, editing, and navigation. The status bar at the top right shows "y = 168/5, x = 56".

The main window displays the following text:

Пример решения системы из пяти линейных уравнений

```
> eqs1:={x+2*y+3*z+4*t+5*u=6,  
> 5*x+5*y+4*z+3*t+2*u=1,  
> x+y+z+t+u=9,  
> 8*x+4*z+3*t+2*u=1};  
eqs1 = {x+2y+3z+4t+5u=6, 5x+5y+4z+3t+2u=1, x+y+z+t+u=9, 8x+4z+3t+2u=1}  
>  
> a1:=solve(eqs1, {x,y,z,t,u});  
a1 = {t = 623/5 - 2u, z = -1026/5 + u, y = 168/5, x = 56, u = u}
```

The result for  $y$  is highlighted in a black box.

At the bottom of the window, the status bar shows "Time: 7.3s", "Bytes: 3.81M", and "Available: 701M".

Пример решения системы линейных уравнений. Система задается в фигурных скобках «{ ...}», уравнения отделяются друг от друга запятыми.



# MAPLE

## Основная панель инструментов (Tools Bar)

The screenshot shows the Maple 7 software interface. At the top is a menu bar with options: File, Edit, View, Insert, Format, Spreadsheet, Options, Window, Help. Below the menu bar is the Tools Bar, which contains 24 numbered icons. Below the Tools Bar is a list of 24 numbered items, each corresponding to an icon in the Tools Bar. The list is as follows:

- 1-Создание нового документа
- 2-Открытие нового документа
- 3- Загрузка URL адреса
- 4- Сохранение активного документа
- 5- Печать активного документа
- 6- Перенос в буфер обмена выделения
- 7- Копирование выделения в буфер
- 8- Копирование из буфера в документ
- 9- Отмена последней операции
- 10- Возврат к последней отмененной операции
- 11-Вставка неисполняемого выражения
- 12- Вставка комментария
- 13-Вставка исполняемого выражения
- 14- Восстановление закрытых секций
- 15-Создание закрытых секций
- 16- Переход по гиперссылке назад
- 17-Переход по гиперссылке вперед
- 18-Остановка вычислений
- 19-Масштаб 100%
- 20-Масштаб 150%
- 21-Масштаб 200%
- 22-Отображение непечатаемых символов
- 23-Полное раскрытие активного окна
- 24-Команда restart.

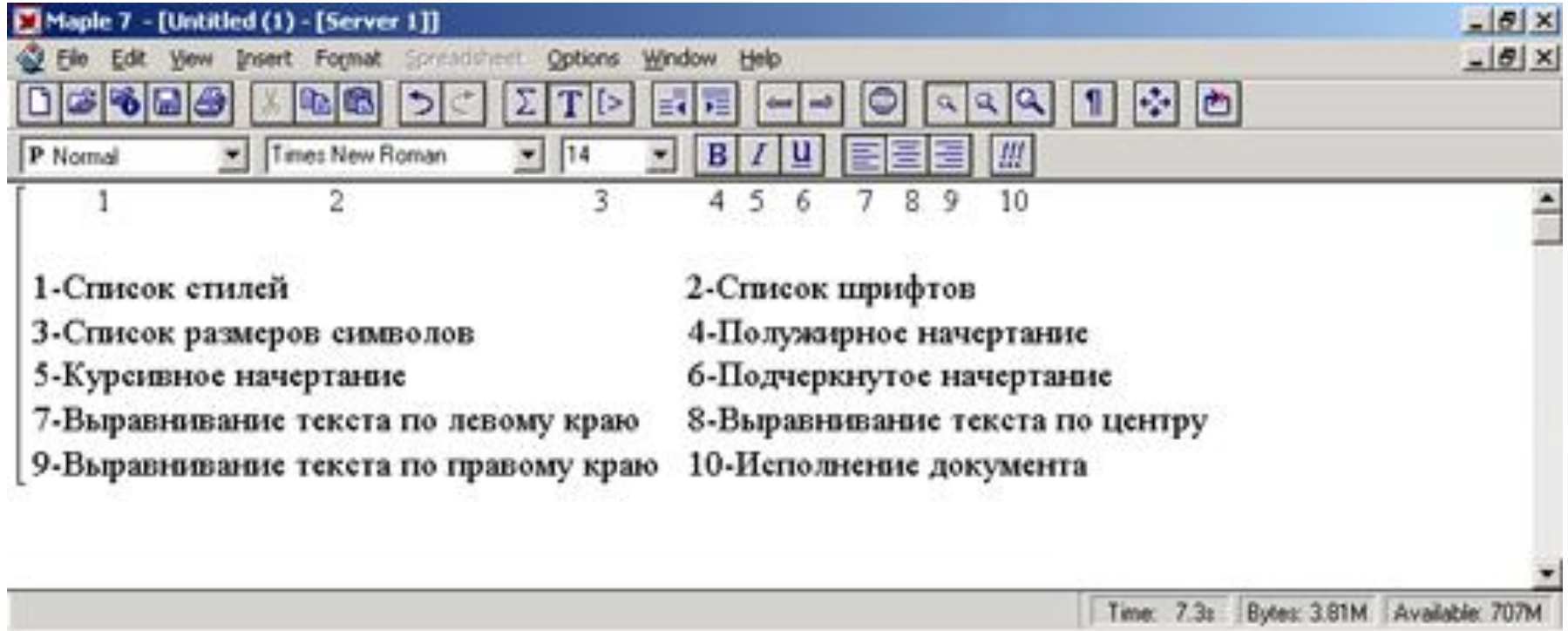
Below the list, there are three additional annotations:

- <= = Скобка, определяющая ячейку
- |Маркер ввода
- Полоса прокрутки по вертикали ==>

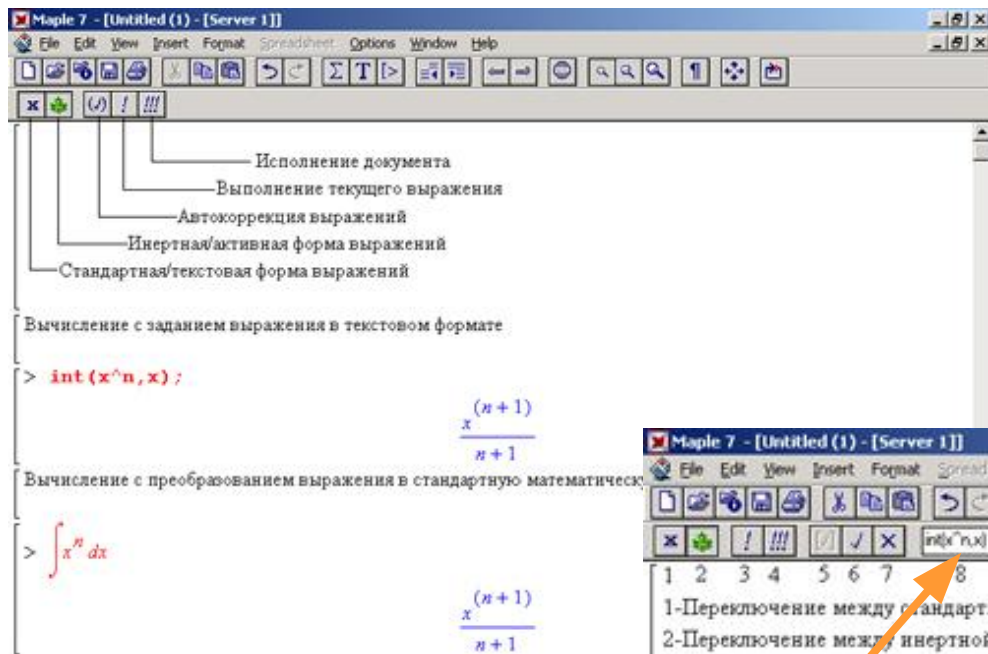
At the bottom of the window, there is a status bar with the text: > Приглашение к вводу (in red) and Строка состояния (in red). To the right of the status bar, there are three small boxes: Time: 7.3s, Bytes: 3.81M, Available: 701M.

# MAPLE

Контекстная панель при вводе текста комментария



# MAPLE

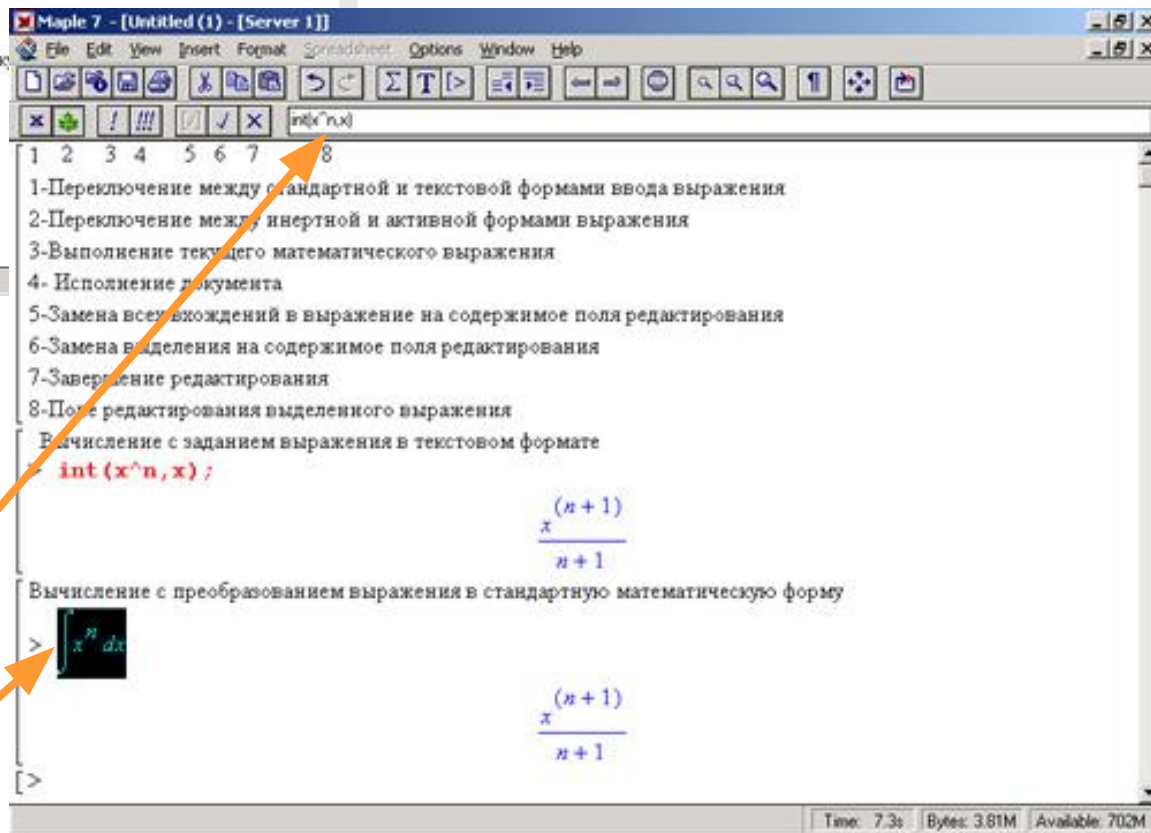


Контекстная панель, когда курсор находится в строке ввода выражения.

Кнопка (✓) позволяет проверять правильность выражений и их частей прямо в процессе набора.

Контекстная панель для редактирования выражений, представленных в математической нотации.

Появляется дополнительное окно, где можно редактировать аналог выражения на языке Maple, любые изменения в данной строке немедленно отображаются в выражении на рабочем поле.



# MAPLE

Контекстная панель для двумерных графиков (появляется, если график выделен или на нем находится маркер ввода)

The screenshot displays the Maple 7 software interface. At the top, there is a menu bar with options: File, Edit, View, Format, Options, Style, Legend, Axes, Projection, Animation, Export, Window, Help. Below the menu bar is a toolbar with various icons for file operations, editing, and plotting. A status bar at the top left shows the coordinates "0.47, 0.84".

The main workspace contains a list of 10 numbered options for formatting 2D plots:

- 1-Координаты графического маркера
- 2-Задание графика в виде сплошной линии
- 3-Задание графика точками
- 4-Задание заливки с линиями сетки
- 5-Задание заливки без линий сетки
- 6-Задание осей в виде рамки
- 7-Задание осей по нижней и левой границе
- 8-Задание осей по центру графика
- 9-Построение графика без осей
- 10-Установка масштаба графика

Below the list, the text "Назначение кнопок панели форматирования двумерных графиков" is displayed. The command prompt shows the following command:

```
> plot(sin(x^3)*cos(x), x=-Pi..Pi, color=blue);
```

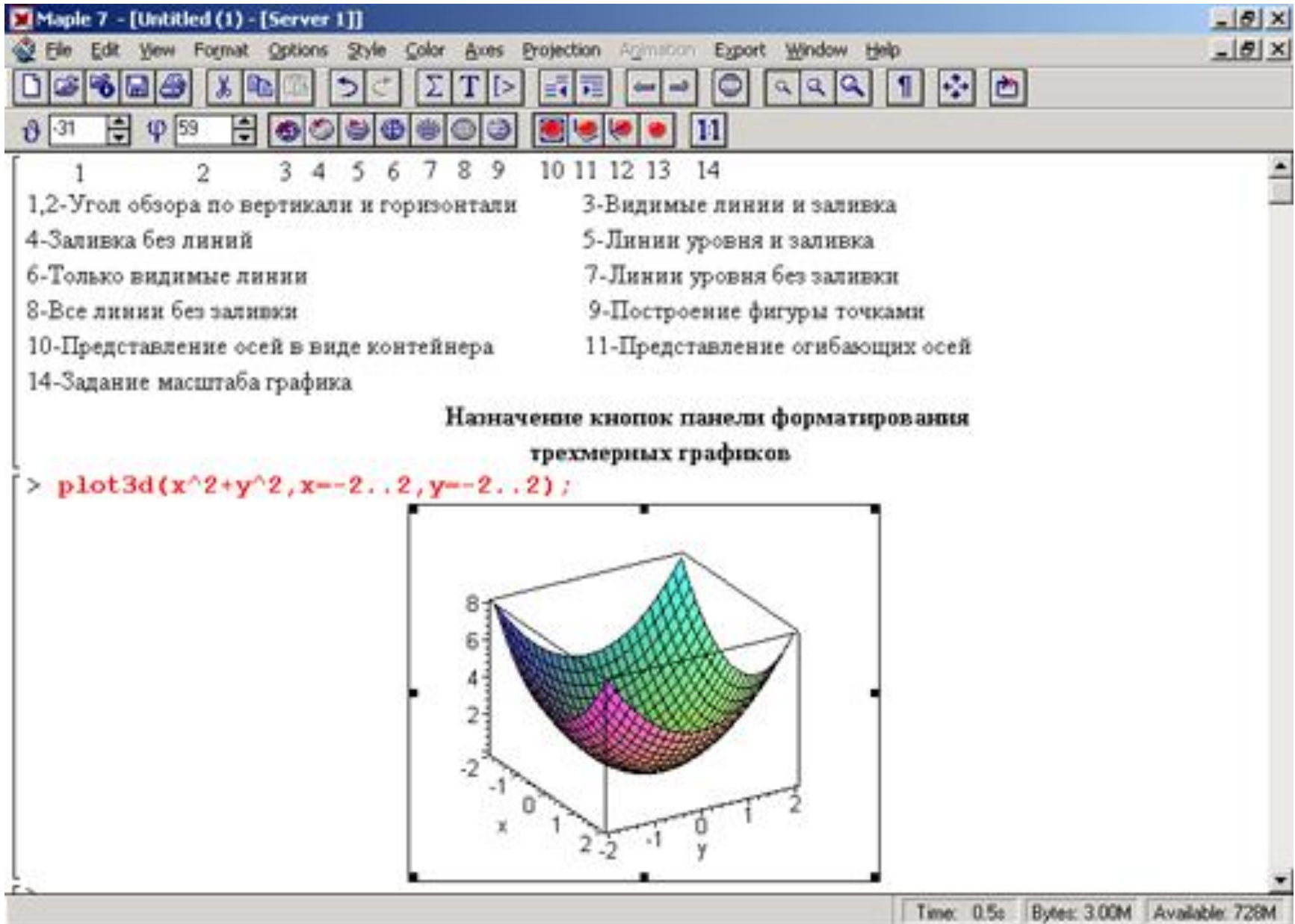
The plot area shows a 2D plot of the function  $y = \sin(x^3) \cdot \cos(x)$  for  $x$  ranging from  $-\pi$  to  $\pi$ . The plot is rendered with blue dots. The x-axis is labeled with  $x$  and has tick marks at -2, -1, 0, 1, 2. The y-axis has tick marks at -1, -0.5, 0, 0.5, 1. An orange arrow points from the text in the top right to the plot area.

At the bottom of the interface, a status bar shows: Time: 7.3s | Bytes: 3.81M | Available: 700M.



# MAPLE

Контекстная панель для трехмерных графиков, которые отображаются с помощью функции *plot3d()*



The screenshot shows the Maple 7 software interface. At the top, there is a menu bar with options: File, Edit, View, Format, Options, Style, Color, Axes, Projection, Animation, Export, Window, Help. Below the menu bar is a toolbar with various icons for file operations, editing, and viewing. The main window displays a list of 14 numbered options for 3D plot formatting:

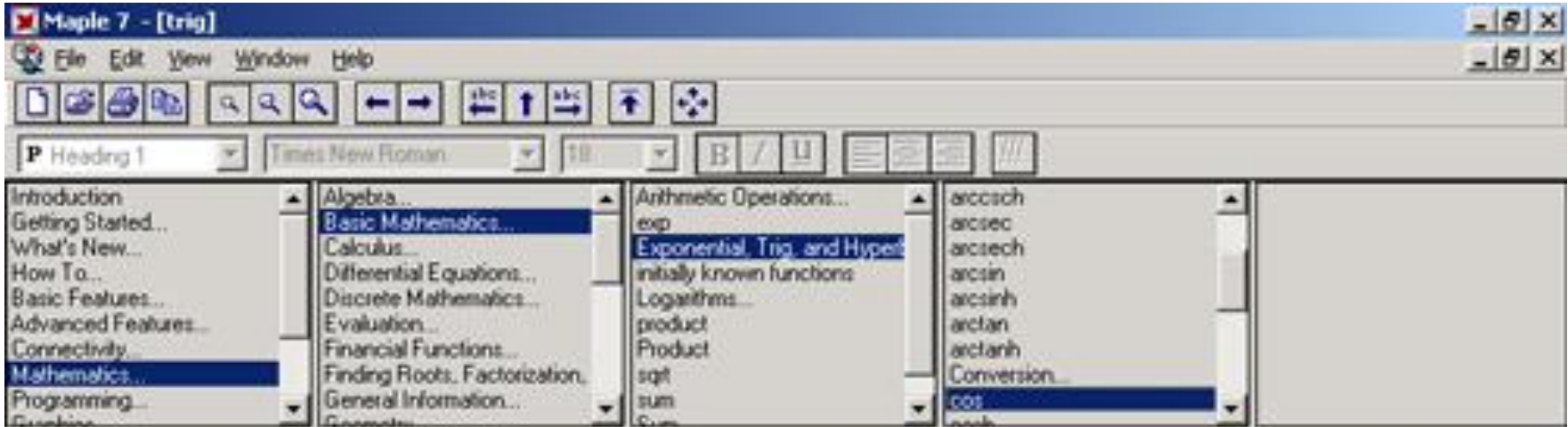
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1,2-Угол обзора по вертикали и горизонтали		3-Видимые линии и заливка											
4-Заливка без линий		5-Линии уровня и заливка											
6-Только видимые линии		7-Линии уровня без заливки											
8-Все линии без заливки		9-Построение фигуры точками											
10-Представление осей в виде контейнера		11-Представление огибающих осей											
14-Задание масштаба графика													

Below the list, the text reads: "Назначение кнопок панели форматирования трехмерных графиков".

The command entered in the Maple prompt is: `> plot3d(x^2+y^2, x=-2..2, y=-2..2);`

The resulting 3D plot shows a paraboloid opening upwards, centered at the origin of the xy-plane. The surface is colored with a gradient from blue at the bottom to green at the top. The axes are labeled x, y, and z, with tick marks at -2, -1, 0, 1, 2. The z-axis ranges from -2 to 8.

At the bottom right of the window, the status bar shows: Time: 0.5s Bytes: 3.00M Available: 726M.



**sin, cos, ... - The Trigonometric functions**

**sinh, cosh, ... - The Hyperbolic functions**

**Calling Sequence**

- $\sin(x)$   $\cos(x)$   $\tan(x)$
- $\sec(x)$   $\csc(x)$   $\cot(x)$
- $\sinh(x)$   $\cosh(x)$   $\tanh(x)$
- $\operatorname{sech}(x)$   $\operatorname{csch}(x)$   $\operatorname{coth}(x)$

**Parameters**

$x$  - an expression

The screenshot shows the Maple 7 software interface. The top window, titled 'examples,index - [Server 1]', displays an 'Index to Example Worksheets'. The text explains that the worksheets are organized into topical sections and provides instructions on how to navigate. A list of sections is shown with expandable/collapsible icons: Language and System, Algebra, Geometry, Discrete Mathematics, and Integration. The 'Integration' section is expanded, showing a link to 'examples/elliptic: Elliptic Integration examples.'

The bottom window, titled 'examples,elliptic - [Server 1]', displays the content of the 'Elliptic Integration' worksheet. It defines elliptic integrals as integrals of the form  $\int_a^b \frac{a(x)}{b(x)\sqrt{y(x)}} dx$ , where  $y(x)$  is a polynomial of degree 3 or 4, and  $a(x)$  and  $b(x)$  are polynomials. Below the definition, the command `[> restart;` is shown in red. The 'Complete Elliptic Integrals' section is also visible, starting with the text 'Maple recognizes the complete elliptic integrals' and the symbol  $\frac{\pi}{2}$ .

The status bar at the bottom of the Maple window shows 'Time: 0.5s', 'Bytes: 3.00M', and 'Available: 707M'.



# MAPLE

Система Maple работает с документами в стиле notebooks («блокноты» или «записные книжки»). Документы содержат текстовые и формульные блоки, результаты вычислений, графики разного типа и другие компоненты. Документы могут готовиться с нуля или существовать в готовом виде — подготовленные кем-то ранее. В Maple используются файлы различных форматов, который указывается расширением файла:

\*.**ms** — файлы документов для систем с графическим интерфейсом (Windows/ Macintosh);

\*.**msh** — файлы документов (Worksheets);

\*.**txt** — текстовые файлы (включая формат Maple-текст);

\*.**tex** — файлы в формате LaTeX;

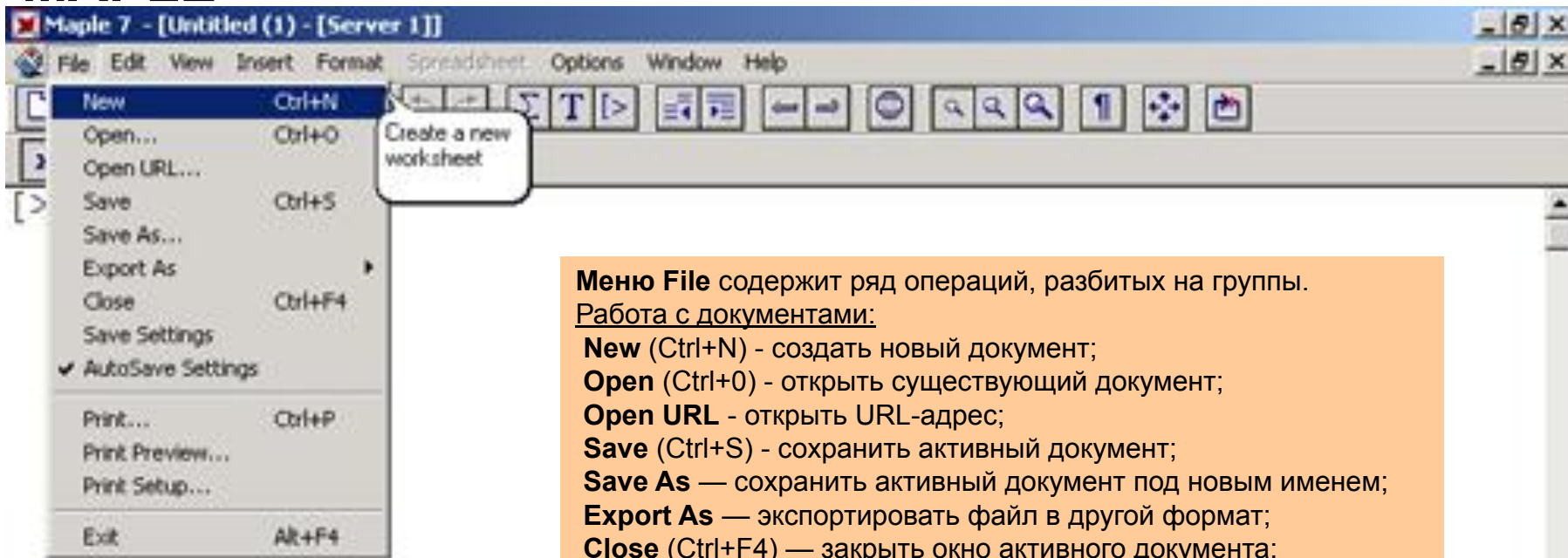
\*.**ind** и \*.**lib** — файлы библиотек;

\*.**m** — файлы внутреннего Maple-языка.

Файлы документов содержат все необходимые данные для правильного отображения содержимого документа в окне редактирования с указаниями координат расположения блоков, фактического содержания и характера выполняемых операций, форматов предоставления информации и т. д. Таким образом, файл содержит кроме текста, отображаемого на рабочем листе, специальные команды, адресованные Maple, аналогично файлам HTML, имеющим теги, предназначенные для интерпретации браузером.

Предусмотрена возможность записи документов и в особом формате LaTeX, предназначенном для создания книг и статей по математике. Текстовые файлы (с расширением .txt) можно просматривать и редактировать текстовыми редакторами, работающими с ASCII-кодировкой.

# MAPLE



**Меню File** содержит ряд операций, разбитых на группы.

Работа с документами:

**New** (Ctrl+N) - создать новый документ;

**Open** (Ctrl+O) - открыть существующий документ;

**Open URL** - открыть URL-адрес;

**Save** (Ctrl+S) - сохранить активный документ;

**Save As** — сохранить активный документ под новым именем;

**Export As** — экспортировать файл в другой формат;

**Close** (Ctrl+F4) — закрыть окно активного документа;

**Save Settings** — запись конфигурации (установок) Maple;

**AutoSave Settings** — автоматическая запись конфигурации.

Печать документов:

**Print Preview** — предварительный просмотр документа перед печатью;

**Print** (Ctrl+P) — печать документа с комментариями, математическими формулами, таблицами и графиками;

**Printer Setup** — установка параметров принтера.

После этой группы команд имеется список документов (файлов с расширением .ms), которые были загружены в систему в предшествующие сеансы работы.

**Exit** (Alt+F4) - выйти из Maple.