

Пакеты научных вычислений

Лекция 1

Знакомство с Maple. Режимы интерфейса Document Mode и Worksheet Mode. Режимы ввода Math Mode и Text Mode.

Синтаксис команд Maple. Основные объекты и типы данных. Операции оценивания выражений.

Команды преобразования выражений

Наседкина А. А.



Знакомство с Maple

Что такое Maple?

Пользовательский интерфейс:

- Режим документа (Document Mode)
- Режим рабочего листа (Worksheet Mode)

Режимы ввода и их особенности

- текстовый (Text Mode)
- математический (Math Mode)

Переключение между режимами интерфейса Maple

Использование справки

Что такое Maple?

- Maple – англ. «клен»
- Пакет компьютерной алгебры, среда точных и приближенных вычислений
- В первую очередь, **среда символьных (аналитических) вычислений**, но также имеет средства для приближенных вычислений (численное решение ДУ, нахождение интегралов и др.)
- Развитая графика, визуализация
- Язык программирования, напоминающий Pascal



Разработчик: Waterloo Maple Inc. (концепция: University of Waterloo, Waterloo, Ontario, Canada, 1980)

Сайт: maplesoft.com

Maple сегодня

- www.maplesoft.com



Products



Solutions



Purchase



Support & Resources



Company



Contact Maplesoft

Request Quote

Mathematics-based software & services for education, engineering, and research

MATH EDUCATION

Online, mobile and desktop tools for teaching and learning math, from high school to graduate school

➔ [Maplesoft Mathematics Suite Overview](#)

➔ [Maple Learn](#) ➔ [Maple Calculator](#) ➔ [Maple Academic](#) ➔ [Maple for Students](#)

ENGINEERING

Software and services for system simulation, virtual commissioning, engineering calculations and systems engineering

➔ [MapleSim](#) ➔ [Maple Flow](#) ➔ [Maple Professional](#) ➔ [MapleMBSE](#)

➔ [Maple Flow Academic](#)

MATH AND MATH-BASED RESEARCH

Essential tools for any research that involves mathematics, in math, engineering, physics, computing, chemistry, and more

➔ [Maple Research](#)

Версии Maple

- Первый выпуск: Maple 1.0 (1982)
- Далее были: Maple 2-18 (1982-2014), затем Maple 2015 и далее названия версий по годам
- Последняя версия: Maple 2025
- Есть профессиональная, академическая, студенческая и др. версии (все платные, commercial software)



Maple

Powerful math software that is easy to use

- Maple for Academic
- Maple for Students
- Maple Learn
- Maple Calculator App
- Maple for Industry and Government
- Maple Flow
- Maple for Individuals



MapleSim

Advanced System Level Modeling

- MapleSim
- MapleSim for Digital Twins
- MapleSim for Education



Maple Add-Ons

- E-Books & Study Guides for Students
- Maple Toolboxes
- MapleNet
- Free Maple Player



MapleSim Add-Ons

- Add-on Libraries and Connectors
- MapleSim Explorer
- MapleSim Insight

Версия Maple на мехмате



- **На мехмате: Maple 11.0 (2007)**

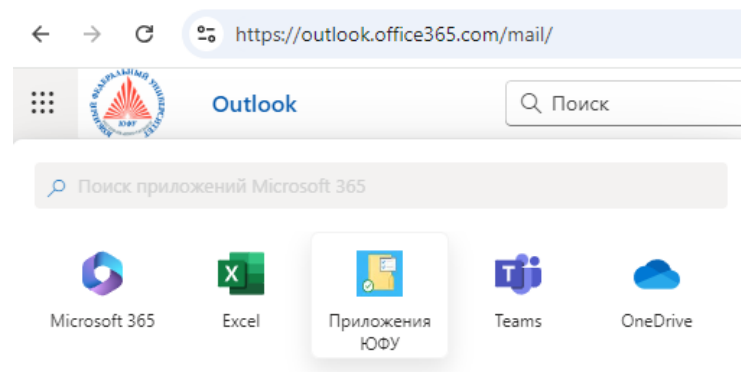
Возможности Maple 11.0

- Можно вводить математические выражения, используя стандартные обозначения
- Есть интерфейсы к C, C#, Fortran, Java, Matlab, VisualBasic, Excel
- Функциональность обеспечивается библиотеками

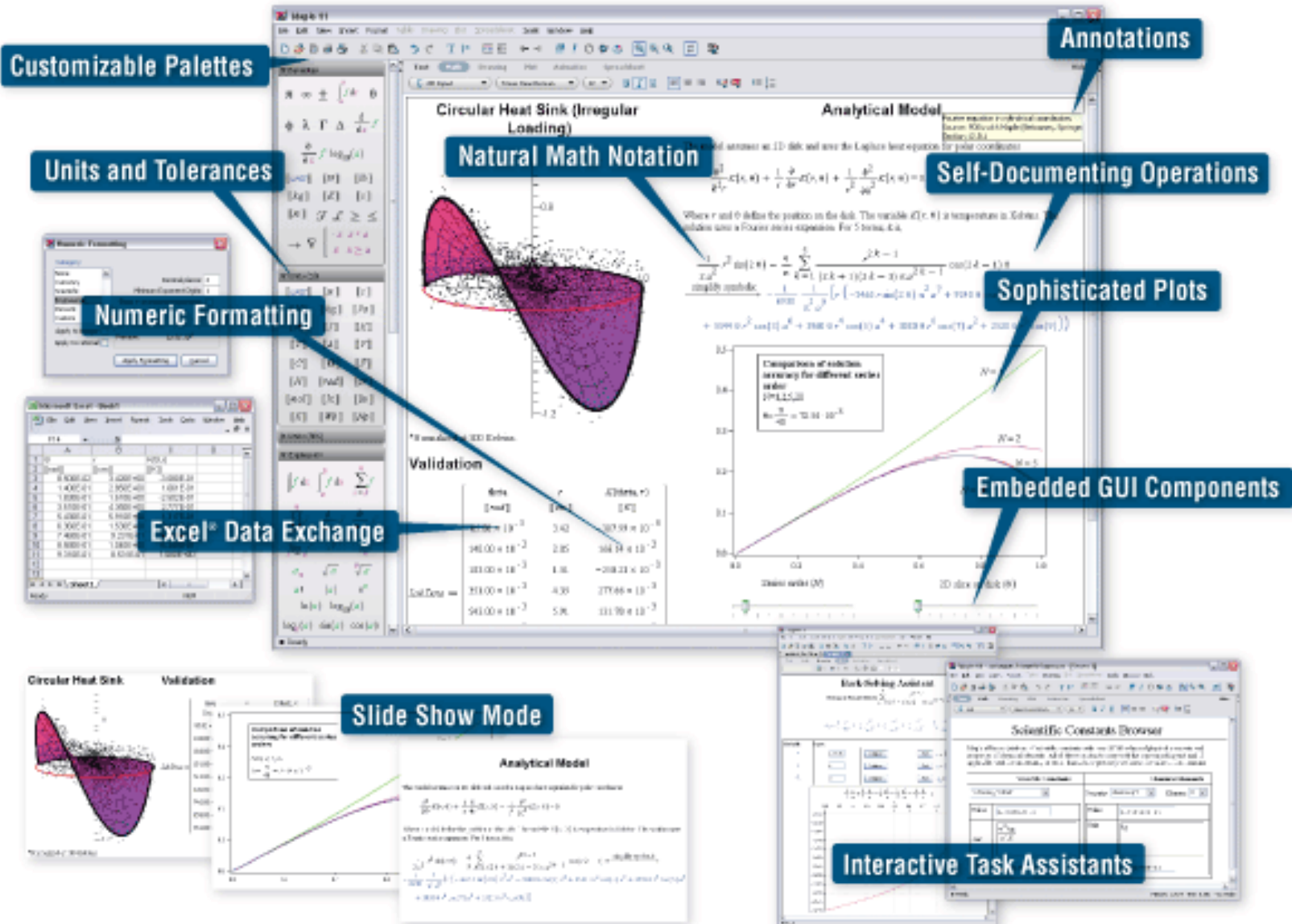
Работа с Maple 11

- Maple 11 установлен во многих компьютерных классах мехмата (ЛОС-1-2, а. 101, 102, 118, 202 и др.)
- С Maple 11 можно работать через Удаленные приложения ЮФУ
<https://rdf01.sfedu.ru/RDWeb/Pages/en-US/login.aspx>

Удаленные приложения можно запустить, если зайти в свой почтовый ящик @sfedu.ru в outlook, в левом верхнем углу нажать на значок с точками (средство запуска приложений) и выбрать Приложения ЮФУ, ввести логин и пароль своей учетной записи ЮФУ



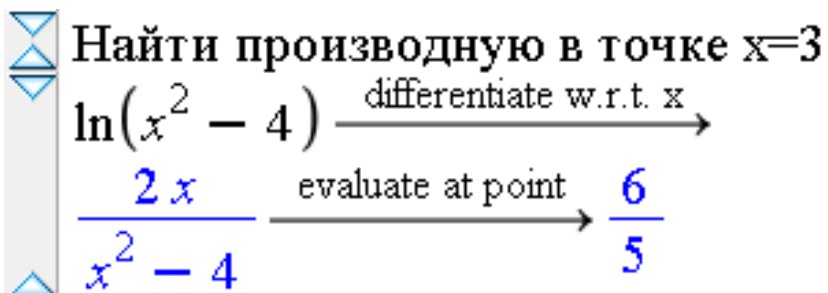
Основные черты и возможности Maple 11



Режимы интерфейса в Maple

Document Mode

- Режим для создания документов с математическими вычислениями
- Скрывает все команды, используемые для выполнения вычислений
- Не требует знания синтаксиса Maple

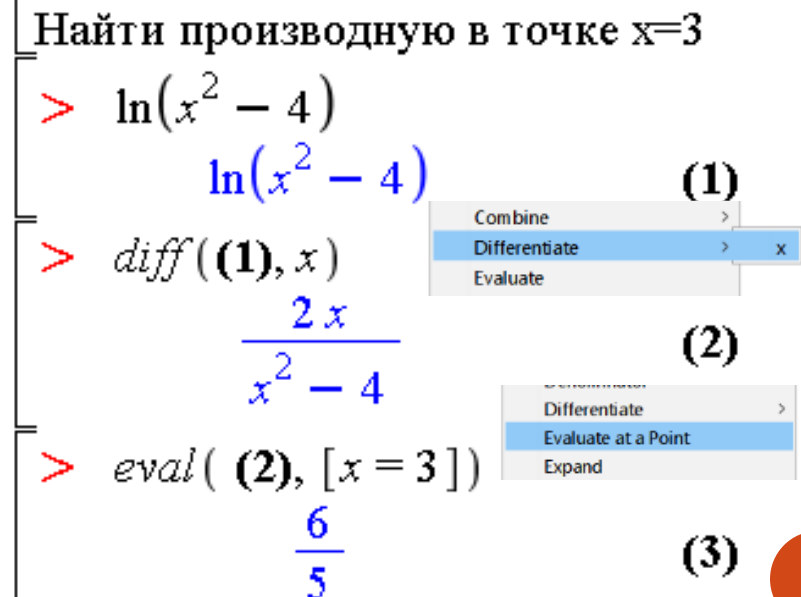


Найти производную в точке $x=3$

$$\ln(x^2 - 4) \xrightarrow{\text{differentiate w.r.t. } x} \frac{2x}{x^2 - 4} \xrightarrow{\text{evaluate at point}} \frac{6}{5}$$

Worksheet Mode

- Традиционный интерфейс Maple для ввода команд
- Есть символ командной строки [>]
- Весь синтаксис команд отображается



Найти производную в точке $x=3$

$\text{[> } \ln(x^2 - 4) \text{]}$ (1)

$\text{[> } \text{diff}((1), x) \text{]}$ (2)

$\text{[> } \text{eval}((2), [x = 3]) \text{]}$ (3)

Context menus for (1) and (2) are shown, with options like Combine, Differentiate, Evaluate, and Expand.

Ввод математических выражений

Text

Math

- Режимы ввода: **Text Mode** и **Math Mode** (переключение – [F5])
- **Math mode** : для ввода математических выражений в стиле «двумерной математики» 2D Math: $\frac{1}{2} + \frac{3}{5}, x^2, a_1$
- **Text Mode**: в режиме интерфейса Document Mode – для ввода текстовых комментариев , в режиме интерфейса Worksheet Mode – для ввода математических выражений в стиле «одномерной математики» 1D Math: $1/2+3/5, x^2, a_1$

2D-Math

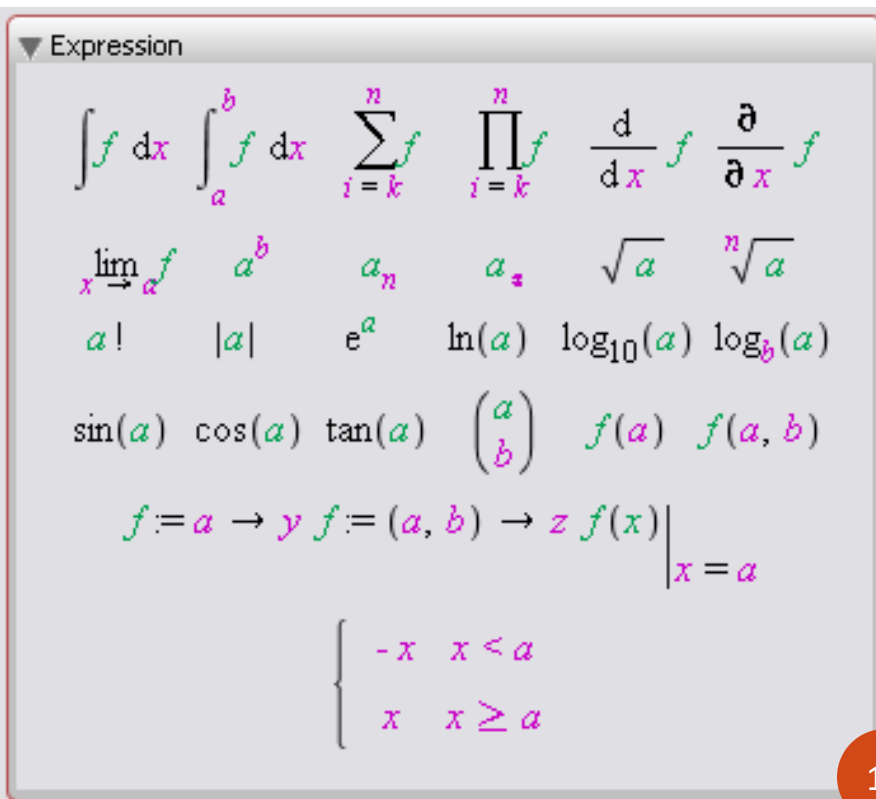
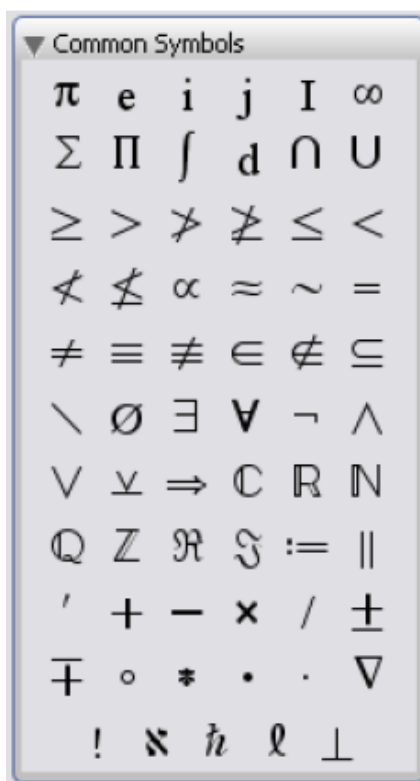
- Навигация по выражению – с помощью кнопок $\leftarrow \rightarrow \uparrow \downarrow$
- Выход из набора рациональной дроби или степени $\rightarrow$
- Знак умножения * можно опускать в случаях умножения числа на переменную $2x$ или переменную на переменную (между именами переменных ставится пробел): $x y$

Использование палитр (Pallets) для ввода сложных математических выражений



$$\sin\left(\frac{\pi}{3}\right) + i\cos\left(\frac{\pi}{4}\right)$$

$$\int_0^{1.9} x^2 \sin(x^2 + 1) dx$$



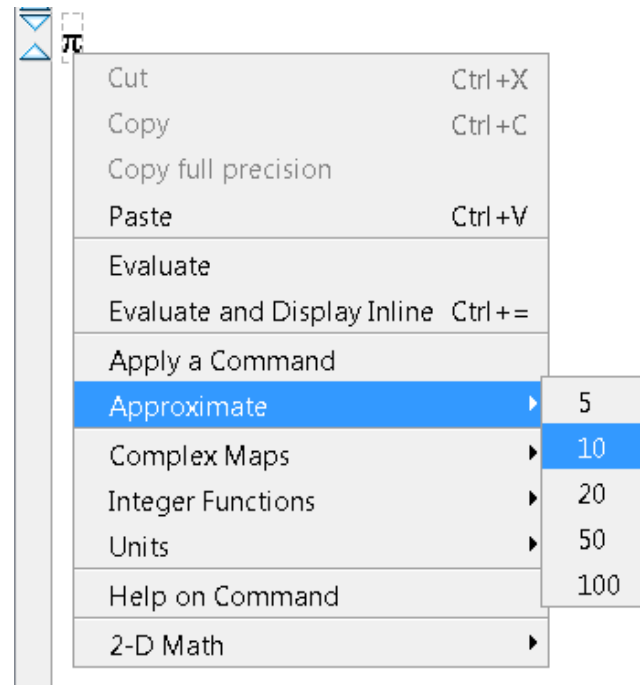
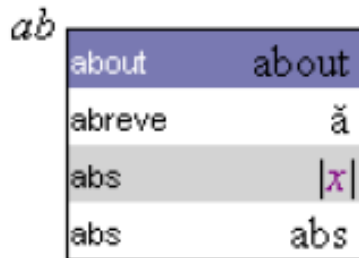
Дополнительные возможности для ввода и вычисления математических выражений

Вызов контекстного меню

- Правая кнопка мыши

Автоматическое завершение команды

- [Ctrl]+[Space]



Кнопки пересчета вычислений

- Выполнение вычислений в выделенных строках или текущей строке:
- Выполнение вычислений во всем документе:

Обзор режима интерфейса Document Mode

- File->New->Document Mode
- Включение маркеров документного блока  View->Markers

Режим ввода Text Mode

- Вертикальный курсор в документном блоке 
- Для ввода обычного текста, математические выражения не вычисляются



Режим ввода Math Mode

- Наклонный курсор в документном блоке 
- Ввод в виде 2D-Math  $\frac{x^2}{3}$
- Использование контекстного меню, все команды скрыты, показан только результат  $x^2 + 7x + 10 \xrightarrow{\text{solve}} \{x = -2\}, \{x = -5\}$

Режим интерфейса Document Mode : вычисление выражений

Вывод результата на той же строке

- **[Ctrl]+[=]**
- Контекстное меню: Evaluate and Display Inline

$$\sin\left(\frac{\pi}{3}\right) + i\cos\left(\frac{\pi}{4}\right) = \frac{1}{2}\sqrt{3} + \frac{1}{2}i\sqrt{2}$$

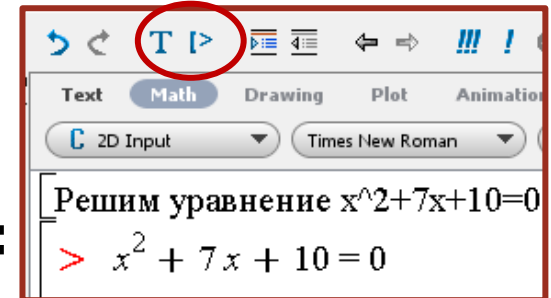
Вывод результата на другой строке в центре

- **[Enter]**
- Контекстное меню: Evaluate

$$\int_0^{\pi} \sin(x) \, dx$$

Обзор режима интерфейса Worksheet Mode

- File->New->Worksheet Mode
- Оба режима ввода текста – Math и Text – служат для ввода математических выражений и команд Maple
 - **Math** – ввод в нотации 2D-Math $\frac{1}{2} + \frac{3}{5}$, $\text{sqrt}(2)$
 - **Text** – ввод в нотации 1D-Math $1/2+3/5$, x^2 , a_1
- Ввод текстовых комментариев: **T**
- Вставка рабочей группы: **[>**
- Отделение команд друг от друга – ; или :
- Подавление вывода результата на экран – двоеточие в конце команды

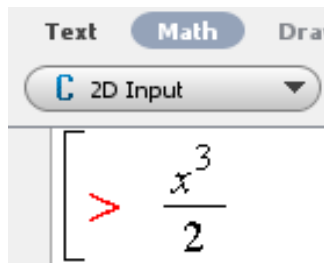


```
> 2 + 3 :  
> 2 + 3 : sqrt(2); evalf(π, 3)
```

$\sqrt{2}$
3.14

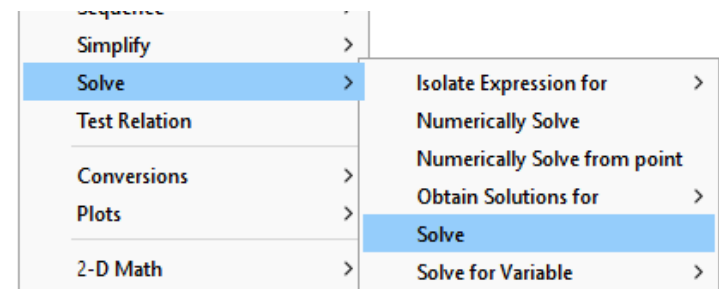
Режим ввода Math Mode в Worksheet Mode

- Наклонный курсор в рабочей группе $\left[\begin{array}{l} > \\ \end{array} \right]$
- Ввод выражений в виде 2D-Math



- Выполнение команд – по нажатию [Enter]
- Весь синтаксис команд отображается при использовании контекстного меню

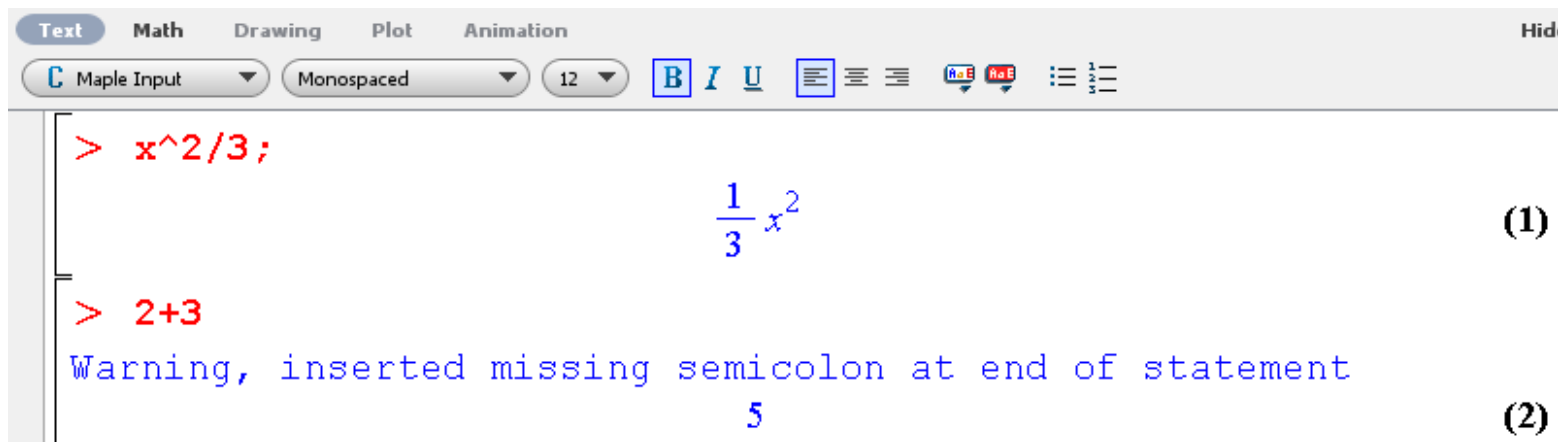
$\left[\begin{array}{l} > x^2 + 7x + 10 \\ > \text{solve}(\{x^2 + 7x + 10 = 0\}) \\ \{x = -2\}, \{x = -5\} \end{array} \right]$



- Вызов контекстного меню возможен как для введенного выражения, так и для результата

Режим ввода Text Mode в Worksheet Mode

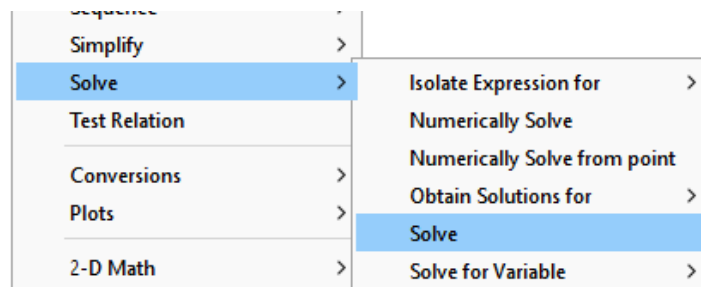
- Стилль старых версий Maple
- Вертикальный курсор в рабочей группе 
- Ввод выражений в виде 1D-Math, введенное выражение должно заканчиваться точкой с запятой или двоеточием



- Вызов контекстного меню возможен только для результата!

(1) `> x^2+7*x+10 = 0;`
 $x^2 + 7x + 10 = 0$ (2)

(2) `> solve( { (2) } )`
 $\{x = -2\}, \{x = -5\}$ (3)



Переключение между режимами интерфейса

- В режиме Document Mode можно показать скрытые команды: View -> Expand Document Block:

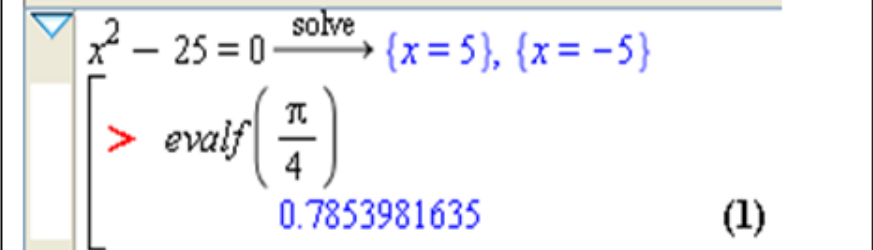
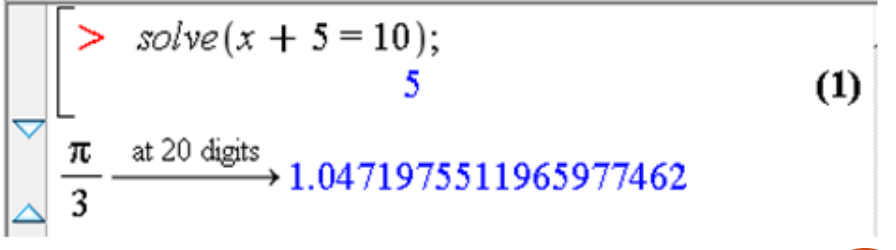
Document Mode	Worksheet Mode
 $x^2 - 25 = 0 \xrightarrow{\text{solve}} \{x = 5\}, \{x = -5\}$	$> x^2 + -25 = 0$ $x^2 - 25 = 0$ (1)
	$\xrightarrow{\text{solve}}$ $> \text{solve}(\{ (1) \})$ $\{x = 5\}, \{x = -5\}$ (2)

- В режиме Worksheet Mode можно скрыть все команды и показывать только результат: View-> Collapse Execution Group

Worksheet Mode	Document Mode
$> \text{expr} := \frac{\pi}{3} + 1; \text{evalf}(\text{expr}, 10);$ $\text{expr} := \frac{1}{3} \pi + 1$ 2.04719755	 $\text{expr} := \frac{1}{3} \pi + 1$ 2.047197551

Совмещение разных режимов интерфейса

- Из режима Document Mode в режим Worksheet Mode
 1. Вставка рабочей группы с помощью кнопки 
 2. Вставка рабочей группы до или после курсора, используя верхнее меню: Insert->Execution Group-> Before/After Cursor
- Из режима Worksheet Mode в режим Document Mode
 - Format-> Create Document Block
 - Format-> Remove Document Block
- Удаление элемента рабочей группы или документного блока
 - Edit->Delete Element или сочетание клавиш **[Ctrl]+[Del]**

Режим интерфейса Document Mode Рабочая группа в документном блоке	Режим интерфейса Worksheet Mode Документный блок после рабочей группы
	

Использование справочной системы Maple

- [F1] – быстрая справка Quick Help
- [F2] – справка по команде
- [Ctrl]+[F1] – открывает справочную систему
- [Ctrl]+[F2] – краткая справка Quick Reference

Maple Quick Reference Card

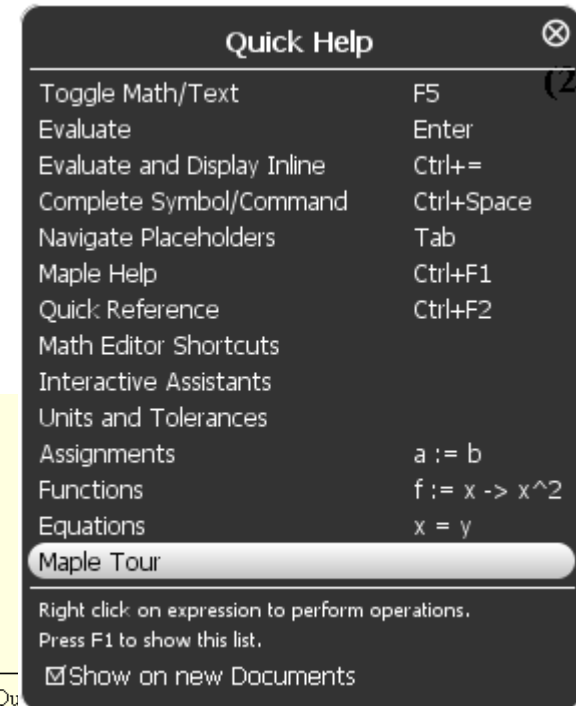
Windows® version

Document Mode vs. Worksheet Mode

Common Operations Available in Both Document and Worksheet Modes

Display quick help	[F1] for Quick Help. [Ctrl] [F2] for Quick Reference
Refer to previous result using equation numbers	[Ctrl] [L] then enter equation number in dialog
Recompute calculations within a highlighted selection or chain of commands	 on toolbar
Recompute all calculations in a document	 on toolbar
Symbol selection, e.g. ϵ (epsilon)	Enter leading characters [Ctrl] [Space], e.g. eps [Ctrl] [Space]
Command completion, e.g. Lambert W function	Enter leading characters [Ctrl] [Space], e.g. Lamb [Ctrl] [Space]
Perform context operation on math expression	Right-click any math expression
Insert prompt	 on toolbar
Insert text paragraph	 on toolbar

2-D Math Editing Operations, Keyboard Shortcuts, and Operations ([Details](#))



Синтаксис Maple

Синтаксис команд

Использование пакетов команд

Команда restart; операторы :=, #, %

Нумерация результатов и ссылки на них

Синтаксис команд Maple

- Команды верхнего уровня доступны непосредственно

➤ **command(arg1,arg2,...);**

> *diff(tan(x) sin(x) , x)*

$$(1 + \tan(x)^2) \sin(x) + \tan(x) \cos(x)$$

- Для команд из пакетов требуется подключение пакета:

➤ **package[command](arg1,arg2,...);**

➤ **with(package): command(arg1,arg2,...);**

Команда создания единичной матрицы из пакета LinearAlgebra

> *LinearAlgebra[IdentityMatrix](2);*

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$$

> *with(LinearAlgebra) :*

> *IdentityMatrix(2)*

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Синтаксис Maple: использование пакетов с командами

- Подключение пакета

➤ **with(package):**
command(arg1,arg2,...);

> *with(Optimization):*

> *NLPSolve* $\left(\frac{\sin(x)}{x}, x=1..15\right)$

[-0.0913252028230576718, [x = 10.9041216700744900]]

- Отключение пакета

unwith(package):

> *unwith(Optimization):*

- Пример, когда требуется отключение пакета: есть две одинаковых команды *changecoords* – верхнего уровня и в пакете *plots*

Важные операторы

- Оператор присваивания **:=**
- Команда **restart** – очистка памяти
- Знак комментария **#** (игнорирование ввода до конца строки)
- Вызов предыдущего результата **%**
 - предпред- и предпредпредыдущего результата **%%** и **%%%**

> $a := 2$	$a := 2$
> $a + 3$	5
> <i>restart; a</i>	a
> $b := 1 : \#c := 2$	
> $a := b + c$	$a := 1 + c$
> $\% - 3$	$-2 + c$
> $%%\% - \%$	$3 - c$

Нумерация результатов и ссылки на них

- Все результаты вычислений нумеруются (как в Worksheet Mode, так и в Document Mode), на них можно ссылаться

$\int \sin(x) \, dx$	$-\cos(x)$	(1)
$\int (1) \, dx$	$-\sin(x)$	(2)

- Insert->Label или [Ctrl]+[L]
- Если нумерация не отображается:
Tools->Options->Display->Show equation labels

Основные объекты, виды вычислений и типы данных в Maple

Основные объекты Maple

- Числа
- Константы
- Символьные объекты (имена)
- Переменные

Виды вычислений

Основные типы данных

Основные объекты в Maple

- Простейшими объектами в Maple являются:
 - Числа
 - Константы
 - Символьные объекты (имена)
 - Переменные
-
- Из простых объектов Maple можно составлять *выражения* Maple, используя знаки математических операций (математические выражения), логических операций (логические выражения) и др.

Числа

- Целые (*integers*)

Пример: 3, -100

- Рациональные (обыкновенные дроби)

Maple 2D-Math: $> \frac{2}{3}$

Maple 1D-Math: $> 2/3;$

- Иррациональные (радикалы)

Maple 2D-Math: $> \sqrt{2}; \sqrt[3]{123}$

$\sqrt{2}$
 $123^{1/3}$

Maple 1D-Math: $> \text{sqrt}(2); 123^{(1/3)};$

- Комплексные

Maple 2D-Math: $> 2 + 3 \cdot I$

Maple 1D-Math: $> 2+3*I;$

- Числа с плавающей точкой (*floating-point*)

Задаются в виде целой и дробной частей, разделенных десятичной точкой, либо в показательной (экспоненциальной) форме

Maple 2D-Math: > 1.02

Maple 1D-Math: $> 0.102e1;$

Константы

- В Maple содержится несколько predefined именованных (символьных) констант.
- К значению констант можно обратиться, используя их имена либо соответствующие им символы.
- Константа в Maple – это объект, значение которого нельзя изменить с помощью оператора присваивания.
 - Математические константы π ; I ; ∞
 - Логические константы **true**, **false**, **FAIL**
 - Научные константы (доступны при подключении пакета Scientific Constants), категории: физические константы и константы свойств химических элементов и изотопов

```
> with(ScientificConstants)
[AddConstant, AddElement, AddProperty, Constant, Element, GetConstant, GetConstants, GetElement, GetElements,
GetError, GetIsotopes, GetProperties, GetProperty, GetUnit, GetValue, HasConstant, HasElement, HasProperty,
ModifyConstant, ModifyElement]
```

```
> GetConstant(c)
```

speed_of_light_in_vacuum, symbol = c, value = 299792458, uncertainty = 0, units = $\frac{m}{s}$

Символьные объекты (имена)

- Символьный объект - любая комбинация букв, цифр и знаков подчеркивания, начинающаяся с буквы, без использования знаков математических операций. В именах можно использовать буквы национального алфавита, включая русский.

```
> a:
```

```
> b12_c3:
```

```
> ElenaIvanova:
```

```
> 12v;
```

```
Error, missing operator or `;`
```

- Символьным объектом считается любая последовательность любых знаков, заключенных в обратные кавычки.

```
> `12v` ;
```

12v

```
> `Sasha+Masha` ;
```

Sasha + Masha

Переменные

- Символьные объекты используются для описания *переменных*. Значение переменной задается с помощью оператора присваивания :
имя переменной := значение переменной
- В качестве имен переменных можно использовать любые пользовательские разрешенные имена или любую комбинацию знаков, заключенных в обратные кавычки.
- Нельзя использовать зарезервированные имена, такие как имена констант Maple, названия команд Maple, системных переменных, логических операторов, служебных слов структур программирования и др. (даже когда они заключены в обратные кавычки)

Примеры задания переменных

```
> a:=3;
```

```
a := 3
```

```
> `12v`:=10;
```

```
12v := 10
```

```
> a:=`12v`+1;
```

```
a := 11
```

```
> Pi:=1;
```

```
Error, attempting to assign to `Pi` which is protected
```

```
> plot:=a+1;
```

```
Error, attempting to assign to `plot` which is protected
```

```
> `plot`:=a+1;
```

```
Error, attempting to assign to `plot` which is protected
```


Отмена присваивания

- имя переменной := 'значение переменной'
- **unassign('a')**

```
> b:=2;c:=8;b+1;c+5;
```

b := 2

c := 8

3

13

```
> b:='b';b+1;
```

b := b

b + 1

```
> unassign('c');c+5;
```

c + 5

Виды вычислений в Maple

- **символьные (точные)** – аналитические преобразования выражений, содержащих символьные величины, переменные, функции и точные числа.

```
> sqrt(2) / (3+5) ;
```

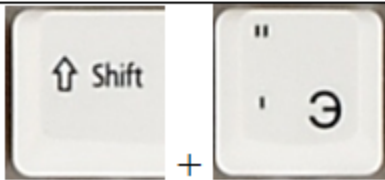
$$\frac{1}{8} \sqrt{2}$$

- **численные (приближенные, floating-point computations)** – используется арифметика конечной точности, при таких вычислениях используются приближенные значения точных величин, такие вычисления всегда содержат некоторую погрешность.

```
> sqrt(2.) / (3+5) ;
```

0.1767766952

Обзор используемых в Maple кавычек

Вид кавычек	Обозначение	Набор на клавиатуре EN-раскладка	Значение
Обратные одинарные кавычки	<code>`...`</code>		Задают символьный объект
Прямые одинарные кавычки	<code>'...'</code>		Используются в синтаксисе отложенных вычислений
Прямые двойные кавычки	<code>"..."</code>		Задают строку

Основные типы данных

В Maple существует около 200 типов данных, в том числе:

- типы математических операций:
 - ``+`` (сложение)
 - ``*`` (умножение)
 - ``^`` (возведение в степень)
- типы сравнения:
 - ``<`` (меньше)
 - ``<=`` (меньше или равно)
 - ``<>`` (не равно)
- типы логических операций
- числовые типы, например:
 - **integer** – целое число
 - **float** – число с плавающей точкой
 - **fraction** – рациональная дробь
- тип символ (**symbol**)

Команды определения типа данных

- **whattype(x)** – выдает тип объекта *x*
- **type(x,x_type)** – проверяет объект *x* на соответствие типу *x_type* и выдает одну из логических констант: **true** (истина), **false** (ложь) или **FAIL** (не определено)

```
> whattype(a+b) ;whattype(a-b) ;
```

`+`

`+`

```
> whattype(2>3) ;
```

`<`

```
> whattype(1/2) ;
```

fraction

```
> whattype(2) ;
```

integer

```
> whattype(2.) ;
```

float

Команды определения типа данных: примеры

```
> whattype(a);whattype(`a+b`);
```

symbol

symbol

```
> type(2,integer);type(2,float);
```

true

false

```
> type(a+b,`+`);type(`a+b`,`+`);
```

true

false

- Тип переменной может меняться в зависимости от присвоенного ей значения:

```
> a:=3; whattype(a);
```

a := 3

integer

```
> a:=sqrt(2);whattype(a);
```

a := $\sqrt{2}$

'∞'

Операции оценивания выражений

- Семейство команд eval
 - eval
 - evalf
 - evalb
 - evalc
 - evalm
- Оценивание вещественных выражений
- Оценивание комплексных выражений

Семейство команд **eval**

- **eval(x)** – вычисление значения выражения x
- **eval(expr, x = a)** – вычисление значения выражения expr при x=a
- **evalf(x)** – вычисление приближенного значения выражения x
evalf[n](x) – приближенное значение x с выводом n цифр числа
- Переменная среды **Digits** – задает количество цифр в числах с плавающей точкой
Digits := n
(n – натуральное число, по умолчанию n=10)
- **evalc(x)** – вычисление значения комплексного выражения
- **evalb(x)** – вычисление значения логического выражения
- **evalm(x)** – вычисление значения матричного выражения

Команды **eval** и **evalf**: примеры

Команды **eval** и **evalf**

> $f := x^3 + 5x + 2$

$$f := x^3 + 5x + 2$$

> $eval(f, x = \sqrt{2})$

$$7\sqrt{2} + 2$$

> $f|_{x=3.2}$

$$50.768$$

> $f1 := eval(f, x = \sqrt{2}) : evalf(f1)$

$$11.89949493$$

> $evalf[15](f1)$

$$11.8994949366117$$

Использование переменной среды **Digits**

> $Digits := 20 : evalf(f1)$

$$11.899494936611665342$$

Другие команды семейства **eval**: примеры

Значение комплексного выражения

> $z := -1 - I \cdot \text{sqrt}(3); z^4$

$$z := -1 - I\sqrt{3}$$

$$(-1 - I\sqrt{3})^4$$

> $\text{evalc}(z^4)$

$$-8 - 8I\sqrt{3}$$

Значение булева выражения

> $f := 1 = 2; \text{eval}(f); \text{evalb}(f);$

$$f := 1 = 2$$

$$1 = 2$$

$$\text{false}$$

Значение матричного выражения

> $A := \begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 4 \end{bmatrix}; B := \begin{bmatrix} 5 & 6 \\ 7 & 8 \end{bmatrix};$

> $\text{evalm}((A + B)^2)$

$$\begin{bmatrix} 116 & 144 \\ 180 & 224 \end{bmatrix}$$

Оценивание вещественных выражений

trunc(x) – вычисление целой части вещественного выражения x

frac(x) – вычисление дробной части вещественного выражения x

round(x) – округление вещественного выражения x

> $\text{trunc}\left(\frac{8}{3}\right); \text{frac}\left(\frac{8}{3}\right); \text{round}\left(\frac{8}{3}\right)$

2

$\frac{2}{3}$

3

> $\text{trunc}(-2.5); \text{frac}(-2.5); \text{round}(-2.5)$

-2

-0.5

-3

> $\text{trunc}(3.5 + 4.2 I); \text{frac}(3.5 + 4.2 I); \text{round}(3.5 + 4.2 I)$

$3 + 4 I$

$0.5 + 0.2 I$

$4 + 4 I$

Оценивание комплексных выражений

Re(z) – вещественная часть

Im(z) – мнимая часть

conjugate(z) – комплексно сопряженное выражение

polar(z) – модуль и аргумент

evalc(z) – вычисление значения комплексного выражения

> $z := 5 - 3 I$

$z := 5 - 3 I$

> $\text{Re}(z)$

5

> $\text{Im}(z)$

-3

> $\text{conjugate}(z)$

$5 + 3 I$

> $\text{polar}(z)$

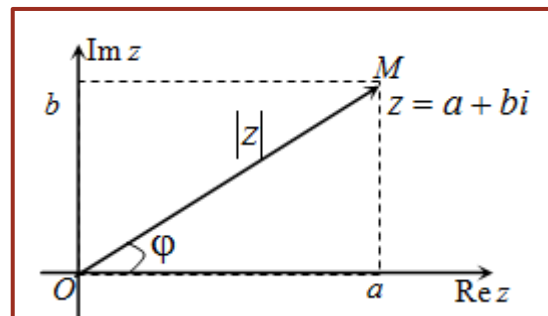
$\text{polar}\left(\sqrt{34}, -\arctan\left(\frac{3}{5}\right)\right)$

> $z := \left(e^{I \cdot \frac{\pi}{3}}\right)^2$

$z := \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{2} I \sqrt{3}\right)^2$

> $\text{evalc}(z)$

$-\frac{1}{2} + \frac{1}{2} I \sqrt{3}$



Команды преобразования выражений

- Стандартные математические функции
- Команды для работы с целыми числами
- Выделение правой и левой частей выражения, числителя и знаменателя дроби
- Приведение дроби к нормальному виду
- Разложение многочлена на множители
- Приведение подобных
- Раскрытие скобок
- Преобразование и упрощение выражений

Стандартные математические функции

Математическая запись	Синтаксис Maple (1D-Math Input)	2D-Math (шаблоны)
e^x	<code>exp (x)</code>	e^x
$\ln x$	<code>ln (x)</code>	$\ln(x)$
$\log_{10} x$	<code>log10 (x)</code>	$\log_{10}(x)$
$\log_a x$	<code>log[a] (x)</code>	$\log_a(x)$
$ x $	<code>abs (x)</code>	$ x $
$\sqrt{x}$	<code>sqrt (x)</code>	$\sqrt{x}$
$\operatorname{sgn} x$	<code>signum (x)</code>	$\operatorname{signum}(x)$
$\sqrt[n]{x}$	<code>root (x, n)</code>	$\sqrt[n]{x}$
$n!$	<code>n!</code>	$n!$
$\delta(x)$	<code>Dirac (x)</code>	$\operatorname{Dirac}(x)$

- В режиме 2D-Math большую часть этих математических функций можно набрать с помощью шаблонов в палитре **Expression**
- В режиме 2D-Math эти функции отображаются прямым шрифтом, а их аргумент - курсивом!

Тригонометрические и гиперболические функции

Математическая запись	Синтаксис Maple (1D-Math Input)	2D-Math
$\sin x$	sin (x)	sin (<i>x</i>)
$\cos x$	cos (x)	cos (<i>x</i>)
$\operatorname{tg} x$	tan (x)	tan (<i>x</i>)
$\operatorname{ctg} x$	cot (x)	cot (<i>x</i>)
$\operatorname{sh} x$	sinh (x)	sinh (<i>x</i>)
$\operatorname{ch} x$	cosh (x)	cosh (<i>x</i>)
$\operatorname{th} x$	tanh (x)	tanh (<i>x</i>)
$\operatorname{ctg} x$	coth (x)	coth (<i>x</i>)
$\sec x$	sec (x)	sec (<i>x</i>)
$\operatorname{cosec} x$	csc (x)	csc (<i>x</i>)

В режиме 2D-Math названия тригонометрических функций всегда отображаются прямым шрифтом, а их аргумент - курсивом!

tg(x) #Здесь ошибка!

Обратные тригонометрические и гиперболические функции

Математическая запись	Синтаксис Maple (1D-Math Input)	2D-Math
$\arcsin x$	<code>arcsin(x)</code>	$\arcsin(x)$
$\arccos x$	<code>arccos(x)</code>	$\arccos(x)$
$\operatorname{arctg} x$	<code>arctan(x)</code>	$\arctan(x)$
$\operatorname{arcctg} x$	<code>arccot(x)</code>	$\operatorname{arccot}(x)$
$\operatorname{arcsh} x$	<code>arcsinh(x)</code>	$\operatorname{arcsinh}(x)$
$\operatorname{arcch} x$	<code>arccosh(x)</code>	$\operatorname{arcsinh}(x)$
$\operatorname{arcth} x$	<code>arctanh(x)</code>	$\operatorname{arctanh}(x)$
$\operatorname{arcctg} x$	<code>arccoth(x)</code>	$\operatorname{arccoth}(x)$
$\operatorname{arcsec} x$	<code>arcsec(x)</code>	$\operatorname{arcsec}(x)$
$\operatorname{arccosec} x$	<code>arccsc(x)</code>	$\operatorname{arccsc}(x)$

В режиме 2D-Math названия тригонометрических функций всегда отображаются прямым шрифтом, а их аргумент - курсивом!

Команды для работы с целыми числами

isprime(n) – булева функция, проверяющая, является ли число простым

ifactor(n) – разложение на простые сомножители

irem(n, m) – вычисление остатка от деления n на m

iquo(n, m) – вычисление частного от деления n на m

```
> isprime(57)
```

false

```
> ifactor(57)
```

(3) (19)

```
> isprime(157)
```

true

```
> ifactor(157)
```

(157)

```
> irem(62, 4)
```

2

```
> iquo(62, 4)
```

15

Команды для работы с целыми числами

igcd($n1, n2, \dots$) – вычисление наибольшего общего делителя чисел $n1, n2, \dots$
ilcm($n1, n2, \dots$) – вычисление наименьшего общего кратного чисел $n1, n2, \dots$
isqrt(n) – целый квадратный корень
iroot(n) – целый корень n -й степени

```
> igcd(-10, 6, -8)
```

2

```
> ilcm(-10, 6, -8)
```

120

```
> isqrt(8); sqrt(8); evalf(%)
```

3

$2\sqrt{2}$

2.828427124

```
> iroot(100, 3); evalf(root(100, 3))
```

5

4.641588834

Команды извлечения корня

root(x, n) – корень n -й степени алгебраического выражения (n – целое)

surd(x, n) – корень n -й степени от x , чей (в общем случае комплексный) аргумент наиболее близок к корню из x

Если n – нечетное и

$x \geq 0$, то $\text{surd}(x, n) = x^{(1/n)}$

$x < 0$, то $\text{surd}(x, n) = -(-x)^{(1/n)}$.

```
> (8)^(1/3); root(8, 3); surd(8, 3);
```

$$8^{1/3}$$

$$2$$

$$2$$

```
> (8.0)^(1/3); root(8.0, 3); surd(8.0, 3);
```

$$2.000000000$$

$$2.000000000$$

$$2.000000000$$

```
> (-8)^(1/3); root(-8, 3); surd(-8, 3);
```

$$(-8)^{1/3}$$

$$2(-1)^{1/3}$$

$$-2$$

```
> (-8.0)^(1/3); root(-8.0, 3); surd(-8.0, 3);
```

$$1.000000000 + 1.732050807 I$$

$$1.000000000 + 1.732050807 I$$

$$-2.000000000$$

Выделение правой и левой частей выражения: rhs, lhs

lhs(*expr*) – выделение левой части (left-hand side)
rhs(*expr*) – выделение правой части (right-hand side)

> $eq := a^2 - b^2 = c$	$eq := a^2 - b^2 = c$
> $lhs(eq)$	$a^2 - b^2$
> $rhs(eq)$	c
> $h := x + y < 10$	$h := x + y < 10$
> $lhs(h)$	$x + y$
> $rhs(h)$	10

Приведение дроби (алгебраического выражения) к нормальному виду: `normal`

`normal(x)` – приведение дроби (выражения) к нормальному виду

`normal(x,expanded)` – приведение дроби (выражения) к нормальному виду с раскрытием скобок в многочленах

$$> \text{normal}(x^2 - (x + 1)(x - 1) - 1)$$

0

$$> \text{normal}\left(\frac{a^2 - 2 \cdot a \cdot b + b^2}{(a - b)^2}\right)$$

1

$$> \text{normal}\left(\frac{x^2 - y^2}{(x - y)^3}\right)$$

$$\frac{x + y}{(x - y)^2}$$

$$> \text{normal}\left(\frac{1}{x} + \frac{x}{x + 1}\right); \text{normal}\left(\frac{1}{x} + \frac{x}{x + 1}, \text{expanded}\right)$$

$$\frac{x + 1 + x^2}{x(x + 1)}$$

$$\frac{x + 1 + x^2}{x^2 + x}$$

Выделение числителя и знаменателя рациональной дроби: `num`, `denom`

`num`(*x*) – выделение числителя дроби (алгебр. выражения)

`denom`(*x*) – выделение знаменателя дроби (алгебр. выражения)

$$> z := \frac{x^2 - y^2}{(x - y)^3} : z1 := \text{normal}(z)$$

$$z1 := \frac{x + y}{(x - y)^2}$$

$$> \text{num}(z); \text{num}(z1)$$

$$\frac{x^2 - y^2}{x + y}$$

$$> \text{denom}(z); \text{denom}(z1)$$

$$\frac{(x - y)^3}{(x - y)^2}$$

Разложение многочлена на множители: factor

factor(p) – разложение многочлена p на множители

$$> \text{factor}(6x^2 + 18x - 24)$$

$$6(x + 4)(x - 1)$$

$$> \text{factor}\left(\frac{x^3 - y^3}{x^4 - y^4}\right)$$

$$\frac{x^2 + xy + y^2}{(y + x)(x^2 + y^2)}$$

$$> \text{factor}(y^4 - 2)$$

$$y^4 - 2$$

$$> \text{factor}(y^4 - 2, \sqrt{2})$$

$$-(y^2 + \sqrt{2})(-y^2 + \sqrt{2})$$

Раскрытие скобок: `expand`

`expand(expr)` – раскрытие скобок в алгебраическом выражении

`> expand((x + 1) (x + 2))`

Нужен пробел или знак умножения между скобками! $x^2 + 3x + 2$

`> expand(sin(x + y))`

$\sin(x) \cos(y) + \cos(x) \sin(y)$

`> expand((x + 1) (y + z))`

$xy + xz + y + z$

`> expand((x + 1) (y + z), x + 1)`

$(x + 1)y + (x + 1)z$

Верно

`> expand((x + 1) · (x + 2))`

$x^2 + 3x + 2$

Неверно: между скобками нет пробела или знака умножения

`> expand((x + 1)(x + 2))`

$x(x + 2) + 1$

Приведение подобных: collect

collect(*expr*,*var*) – приведение подобных членов выражения *expr* относительно переменной *var*

> $f := a \ln(x) - \ln(x) x - x$

$f := a \ln(x) - \ln(x) x - x$

> $\text{collect}(f, \ln(x))$

$(a - x) \ln(x) - x$

> $\text{collect}(f, x)$

$(-\ln(x) - 1) x + a \ln(x)$

> $f := a^3 x - x + a^3 + a$

$f := a^3 x - x + a^3 + a$

> $\text{collect}(f, x); \text{collect}(f, a^3)$

$(a^3 - 1) x + a^3 + a$

$(x + 1) a^3 + a - x$

> $\text{collect}(f, a)$

$(x + 1) a^3 + a - x$

Преобразование выражений: combine

combine(*expr*) – преобразование нескольких членов в один

combine(*expr,param*) – преобразование нескольких членов в один с использованием параметров: **exp**, **trig**, **power** и др.

$$> \text{combine} \left(\sin \left(\frac{1 \pi}{8} \right)^4 + \cos \left(3 \pi \frac{1}{8} \right)^4 + \sin \left(5 \pi \frac{1}{8} \right)^4 + \cos \left(7 \pi \frac{1}{8} \right)^4 \right)$$
$$\frac{3}{2}$$

$$> \text{combine} (4 \sin(x)^3, \text{trig})$$
$$-\sin(3x) + 3 \sin(x)$$

$$> \text{combine} (|x^2| |y+1|, \text{abs})$$
$$|x^2 (y+1)|$$

$$> \text{expr} := 4 \sin(x)^3 \cdot a^x \cdot a^{3x} + e^y e^x :$$

$$> \text{combine} (\text{expr}, \text{trig})$$
$$-a^x a^{3x} \sin(3x) + 3 a^x a^{3x} \sin(x) + e^y e^x$$

$$> \text{combine} (\text{expr}, \text{exp})$$
$$4 \sin(x)^3 a^x a^{3x} + e^{y+x}$$

$$> \text{combine} (\text{expr}, \text{power})$$
$$4 \sin(x)^3 a^{4x} + e^{y+x}$$

Упрощение выражений: `simplify`

- `simplify(expr)` – упрощение выражения
- `simplify(expr,param)` – упрощение выражения с использованием параметров: **exp**, **trig**, **power** и др.
- `simplify(expr,assume=prop)` – упрощение выражения в предположении свойства `prop`

```
> eq := (cos(x) - sin(x)) * (cos(x) + sin(x)) : simplify(eq);
```

$$2 \cos(x)^2 - 1$$

```
> g := sqrt(x^2); simplify(g, assume = positive)
```

$$g := \sqrt{x^2}$$
$$x$$

```
> f := sin(x)^2 + ln(2*x) + cos(x)^2 :
```

```
> simplify(f, trig); simplify(f, ln)
```

$$1 + \ln(2x)$$
$$\sin(x)^2 + \ln(2) + \ln(x) + \cos(x)^2$$

Сравнение `simplify` и `combine`

```
> f := 4 cos(a)^3 - 3 cos(a) :
```

```
> simplify(f); combine(f)
```

$$\cos(a) (4 \cos(a)^2 - 3)$$
$$\cos(3a)$$