

Действие 1. Первое знакомство с Mathematica и Wolfram Language

Картина 1. Две составные части Mathematica: оболочка и ядро

Mathematica — интеллектуальная среда, программа «с характером», многое она делает «по умолчанию» сообразно своим, в общем-то разумным, законам. Нужно знать и научиться понимать эти законы. Например, следует помнить, что, вычисляя предел функции, она всегда вычисляет правосторонний предел, не предупреждая об этом пользователя. И таких «умолчаний» у неё достаточно много.

Mathematica — это язык со своей грамматикой, как и любой другой язык. Программа, конечно, пытается скромно намекнуть пользователю о потенциальных ошибках (опечатках), чаще всего это касается синтаксиса. Если же она не может понять, чего вы от неё хотите, или же вы требуете от неё невозможного, то она просто повторит ваш вопрос.

Mathematica — такой язык программирования, который позволяет писать программный код, используя несколько стилей: традиционный процедурный, функциональный, а также основанный на создании правил преобразований.

Однако обо всём по порядку.

1.1. Начнём, пожалуй

Итак, запустим Mathematica, щелкнув дважды по ярлыку, после чего перед вами появится стартовое окно программы. Создадим новый документ (файл), выбрав пункт меню **New Document**. Вообще, Mathematica как программа состоит из двух основных частей: оболочки (FrontEnd) и ядра (Mathematica Kernel). Первая служит «мостом» между пользователем и системой: с её помощью задаются вопросы и в удобной для пользователя форме представляются ответы. Ядро — рабочая лошадка — ищет эти самые ответы, т. е. выполняет все вычисления. Таков основной режим работы с системой: вопрос — ответ; в этом интерактивном режиме в основ-

ном будем работать и мы. Обмен информацией между оболочкой и ядром осуществляет специальный протокол, который называется MathLink. Он обычно практически не виден пользователю, хотя играет огромную роль, не только соединяя две основные части Mathematica между собой, но и обеспечивая связь оболочки с внешними программами, такими как C, R, Fortran и TeX.

Итак, файл **Untitled-1.nb** к нашим услугам. В Mathematica рабочие файлы называются notebook и имеют соответствующее расширение nb. Нажмем на клавишу **Enter**. Кое-что изменилось: появилась синяя скобка справа — она показывает, что открыта клетка ввода (input cell), в которую можно вводить один или несколько вопросов. Также появился мигающий вертикальный отрезок — положение курсора в клетке. Заметим, что до нажатия клавиши **Enter** на положение курсора указывала горизонтальная линия в самом верху рабочего поля. Попробуем задать первый вопрос и наберём

1 + 1

Вопрос пока не задан. Для того, чтобы довести его до сведения Mathematica и получить ответ, следует нажать *одновременно* клавиши **Shift** и **Enter**, при этом курсор может находиться в любом месте клетки ввода.

Как только вопрос задан, синяя скобка на время стала двойной и поменяла цвет — вопрос обрабатывается, о чём также свидетельствует и надпись Running... Untitled-1 в заголовке файла. Наконец работа закончена, мы видим

In[1]:= 1 + 1

Out[1]= 2

и понимаем, что:

- главное — получен верный ответ; Mathematica умеет складывать;
- этот ответ появился в отдельной клетке вывода (output cell) со своей синей скобкой, имеющей другой, нежели у скобки для клетки ввода, контур;
- и вопрос, и ответ оказались пронумерованными: In[1] и Out[1], более того, клетки ввода и вывода объединены специальной скобкой в общую клетку.

Создать новую клетку ввода можно в том месте, где курсор представляет собой тонкую горизонтальную линию, проходящую по всей ширине окна файла. Для этого вам нужно всего лишь опять нажать клавишу **Enter**

либо просто начать ввод вопроса — клетка при этом будет создана автоматически. В одной клетке ввода можно задавать несколько вопросов, расставляя их по разным строкам при помощи всё той же клавиши `Enter`.

1.2. Как задавать вопросы Mathematica

Прежде чем спрашивать «как задавать вопросы?», подумайте о том, зачем вам их задавать? И что спрашивать? И что потом делать с ответами? Если вы знаете «зачем» и два раза «что», то мы расскажем — *как*.

Есть несколько способов довести вопрос до сознания программы, т. е. до её ядра. Конечно, сначала надо открыть клетку ввода. Далее, можно использовать так называемый «одномерный» ввод, когда всё записывается в одну строку. Например, вот так:

```
In[2]:= 4 × 5 - 7 / 6 + 14^2 - 3 (11 + 3)
Out[2]=  $\frac{1037}{6}$ 
```

Нумерация вопросов и ответов, заметьте, продолжается, она сквозная и единая на всё время сеанса работы с программой (не пугайтесь, но иногда её называют сессией). Mathematica отвечает на вопросы не одномерным, а двумерным выводом. Знаки сложения, вычитания, деления и возведения в степень в строке ввода `In[2]` не должны вызвать удивления. А вот операция умножения 4 на 5 обозначена специальным символом, который оболочка сама поставит, как только мы введём пробел между этими числами. Для умножения годится и обычная «звёздочка» `*`, и просто пробел между сомножителями. Если же перемножаются число и переменная, `5 a` например, то не потребуется ставить даже никаких дополнительных пробелов. Однако нельзя при умножении писать без пробела `a5`, поскольку Mathematica воспримет эту конструкцию как имя новой переменной. Сравните:

```
In[3]:= 5 a
          a5
          a 5
Out[3]= 5 a
Out[4]= a5
Out[5]= 5 a
```

Кстати, метка `In[3]` отображается только для первой из трёх строк клетки ввода, а вот каждый из трёх ответов помещен в свою отдельную клетку вывода со своей собственной меткой `Out`.

Вот так незатейливо обозначаются все арифметические операции:

$x + y + z$	сложение
$- x$	минус
$x - y$	вычитание
$x y z$ или $x * y * z$	умножение
x / y	деление
$x ^ y$	возведение в степень
$x (y + z)$	группировка

Тот же самый вопрос можно было задать в другой форме:

In[6]:= $4 \times 5 - \frac{7}{6} + 14^2 - 3 (11 - 3)$

Out[6]= $\frac{1145}{6}$

использовав сочетание клавиш **Ctrl** {/} для создания «вертикальной» дроби и **Ctrl** {6} для перехода в регистр верхнего индекса при вводе степени. В Mathematica есть чудесная возможность набирать довольно красивые формулы непосредственно с клавиатуры. Взгляните на следующую табличку, содержащую некоторые «горячие ключи» для математического набора.

Простой ввод	Красивый ввод	Сочетание клавиш
x^2	x^2	x Ctrl {6} 2
a_1	a_1	a Ctrl {_} 1
x/y	$\frac{x}{y}$	x Ctrl {/} y
$x^{(1/2)}$	\sqrt{x}	Ctrl {2} x
$x^{(1/3)}$	$\sqrt[3]{x}$	Ctrl {2} x Ctrl {5} 3

То же самое (и практически всё, что вы хотите) можно ввести с помощью так называемых палитр (palettes). Эти палитры на самом деле — тоже файлы, созданные в Mathematica и внешне представляющие собой наборы кнопок, каждая из которых соответствует некоторой форме. Все палитры можно вызвать через опцию меню **Palettes**. Самая первая и чаще всего используемая палитра — **BasicMathAssistant**. Вы можете настроить её «под себя», развернуть или свернуть закладки и т. д., и т. п. На ней отчетливо видны «заготовки» для дробей, радикалов, нижних и верхних индексов, сумм, интегралов. Даже есть свой **Help** с настройками.

Теперь вы знаете всё, что нужно, и мы можем начинать «мучить» Mathematica вопросами. А она нас — ответами. Но на всякий случай поговорим немного о технике безопасности.

1.3. Что делать, если всё в жизни пошло не так

К сожалению, на этот вопрос ответа у нас нет, зато мы можем рассказать, что делать, если Mathematica «зависла». Такое бывает, особенно на ранней стадии знакомства, особенно у начинающих «программистов».

Если вы заметили, что вопрос обрабатывается уже несколько минут, а ответа всё нет и нет, то, возможно, стоит прервать процесс. Для этого существует как минимум три возможности. Во-первых, в опции меню **Evaluation** есть пункт **Abort Evaluation**. Смело выбирайте его. Если всё пройдет успешно, то выполнение вопроса прекратится и тогда в клетке ответа вы увидите служебный символ **\$Aborted**:

```
In[7]:= 11 000109 090 335
```

```
Out[7]= $Aborted
```

Довольно часто вместо использования этой опции меню тренированные пользователи отчаянно жмут сочетание клавиш **Alt**{.} (альт-точка), что даёт тот же эффект. Обратите внимание: если в клетке ввода задано несколько вопросов (каждый из которых расположен на отдельной строке), то прекратится выполнение только текущего оператора, а остальные вступают в свои права. В таком случае вам придётся несколько раз повторить описанную процедуру.

```
In[8]:= 11 000109 090 335
```

```
511 000109 090 335
```

```
1 111 000123 456 787 878
```

```
Out[8]= $Aborted
```

```
Out[9]= $Aborted
```

```
Out[10]= $Aborted
```

Иногда случается, что вы можете настолько «ошеломить» Mathematica, что она перестанет реагировать на описанные попытки остановить её. Тогда попробуйте более радикальное средство — выключите ядро. Этого можно достичь, если в той же опции меню **Evaluation** выбрать пункт **Quit Kernel** и ответить «да» на вопрос, уверены ли вы в этом. Подчеркиём, что это довольно смелый шаг, поскольку вы потеряете все введенные ранее данные и все результаты ранее проведённых вычислений.

Наконец, можно просто выключить компьютер...