

ТИПЫ ДАННЫХ В МАТКАД

Основные типы данных, которые обрабатываются процессорами системы Mathcad:

- числа (в том числе, действительные, комплексные, а также встроенные константы) – Mathcad хранит все числа в формате двойной точности с плавающей точкой (не разделяя их на целые, булевы и т. д.);
- строки – любой текст, заключенный в кавычки;
- массивы (в том числе ранжированные переменные, векторы и матрицы) – упорядоченные последовательности чисел или строк.

Рассмотрим более подробно типы данных и то, как осуществляется их непосредственный ввод в документ с помощью присваивания значения переменным.

Любое выражение, начинающееся с цифры, Mathcad интерпретирует как число. Поэтому для ввода числа просто начните его набирать на клавиатуре. Несмотря на то, что Mathcad хранит все числа в одинаковом формате, вводить их можно в наиболее подходящем представлении (**notation**), исходя из контекста документа:

- как целое число;
- как десятичное число (**decimal notation**) с любым количеством десятичных цифр после точки;
- в представлении с порядком (**exponential notation**) – в так называемом научном формате или представлении (**scientific notation**), для чего после ввода числа напечатайте символ умножения и введите 10 в нужной степени;
- как число в другой системе счисления.

Три первых представления иллюстрируются содержанием соответствующей строки листинга 1.

Листинг 1 Ввод действительных чисел:

```
a := 10000
b := 2.57285      c := 312.1
d := 4.17·10-23    e := 345.1·103
```

Если вы продолжите листинг 1 последовательным выводом всех переменных, то с удивлением обнаружите, что некоторые из чисел выглядят по-иному (например, число d=0).

Для ввода числа в других системах счисления: двоичной (**binary**), восьмеричной (**octal**) или шестнадцатеричной (**hexadecimal**) сделайте следующее:

- Введите его представление в соответствующей системе, применяя лишь корректные символы (для двоичной системы допустимы только цифры 0 и 1; для восьмеричной – цифры от 0 до 7, для шестнадцатеричной – цифры от 0 до 9 и буквы от a до f) – Например, число 34 в двоичной системе представлено такой последовательностью: 100010.
- После ввода последнего символа числа введите b (для двоичного числа), o (для восьмеричного числа) или h (для шестнадцатеричного).

Использование чисел в других системах счисления иллюстрируется листингом 2. Обратите внимание, что вывод осуществляется все равно в десятичной системе.

Листинг 2. Ввод чисел в других системах исчисления:

$$\begin{array}{ll} a := 100010b & a = 34 \\ b := 37o & b = 31 \\ c := 0af0h & c = 2.8 \times 10^3 \end{array}$$

В логических функциях используются битовые числа (ложь или истина). Они в Mathcad обозначаются обычными действительными числами 0 и 1.

Большинство операций в среде Mathcad по умолчанию осуществляются над комплексными числами. Комплексное число является суммой действительного и мнимого числа, получающегося путем умножения любого действительного числа на мнимую единицу (**imaginary unit**) i . По определению, $i^2 = -1$.

Чтобы ввести мнимое число, например $3i$:

- Введите действительный множитель (3).
- Введите символ "i" или "j" непосредственно после него.

Для ввода мнимой единицы надо нажать клавиши **1, i**. Если просто ввести символ "i", то Mathcad интерпретирует его как переменную i . Кроме того, мнимая единица имеет вид $1i$, только когда соответствующая формула выделена. В противном случае мнимая единица отображается просто как i (рис.1).

$$\begin{array}{l} a := i + 10 \\ \boxed{x := 1i} \\ x = i \end{array}$$

Ввод мнимой единицы

Комплексное число можно ввести в виде обычной суммы действительной и мнимой частей или в виде любого выражения, содержащего мнимое число. Примеры ввода и вывода комплексных чисел иллюстрируются листингом 3.

Листинг 3. Комплексные числа:

$$\begin{array}{l} x := 2i + 4 \\ y := 19.785j + 0.1 \\ z := 23 \cdot e^{0.1i} \\ x = 4 + 2i \\ y = 0.1 + 19.785i \\ z = 22.885 + 2.296i \end{array}$$

Для работы с комплексными числами имеются несколько простых функций и операторов (см. разд. "Функции работы с комплексными числами" гл. 10), действие которых показано в листинге 4.

Листинг 4. Функций работы с комплексными числами:

$$\begin{array}{l} y := 19.785j + 0.1 \\ \operatorname{Im}(y) = 19.785 \quad \operatorname{Re}(y) = 0.1 \\ z := 23 \cdot e^{0.1i} \\ |z| = 23 \quad \arg(z) = 0.1 \end{array}$$

Некоторые имена в Mathcad **зарезервированы** под системные переменные, которые называются встроенными константами (**built-in constants**). Встроенные константы делятся на два типа: математические, хранящие значения некоторых общеупотребительных специальных математических символов, и системные, определяющие работу большинства численных алгоритмов, реализованных в Mathcad.

Математические константы (**math constants**)

- символ бесконечности (вводится клавишами **CTRL + SHIFT + z**);
- **e** – основание натурального логарифма (клавиша **e**);
- число "пи" (вводится клавишами **CTRL + SHIFT + p**);
- **i, j** – мнимая единица (вводится клавишами **1, i** или **1, j**);
- **%** – символ процента, **%**, эквивалентный 0.01.

Математические константы по-разному интерпретируются при численных и символьных вычислениях. Вычислительный процессор просто воспринимает их как некоторые числа (листинг 5), а символьный распознает каждое из них, исходя из математического контекста, и способен выдавать математические константы в качестве результата.

Листинг 5. Значения математических констант:

$$\infty = 1 \times 10^{307}$$

$$e = 2.718$$

$$i = i$$

$$j = i$$

$$\% = 0.01$$

$$100 \cdot 25 \cdot \% = 25$$

При желании можно изменить значение любой из перечисленных констант или использовать их в качестве переменных в расчетах (см. листинг 1, в котором переопределена константа **e**). Разумеется, если присвоить константе новое значение, прежнее станет недоступным.

Системные переменные (**system variables**):

- **TOL** – точность численных методов;
- **CTOL** – точность выполнения выражений, используемая в некоторых численных методах;
- **ORIGIN** – номер начального индекса в массивах;
- **PRNPRECISION** – установка формата данных при выводе в файл;
- **PRNCOLWIDTH** – установка формата столбца при выводе в файл;
- **CWD** – строковое представление пути к текущей рабочей папке.

Листинг 6. Предусмотренные значения системных переменных:

$$CTOL = 1 \times 10^{-3}$$

$$ORIGIN = 0$$

$$PRNPRECISION = 4$$

$$PRNCOLWIDTH = 8$$

$$CWD = "C:\Dima\MCAD\MathCad 2001\Data\"$$

Предусмотренные значения системных переменных перечислены в листинге 6. Их можно поменять в любой части документа, присвоив соответствующей переменной новое значение. Кроме того, переопределение значения переменной для всего документа

производится при помощи команды **Tools > Worksheet Options > Built-in Variables** (Сервис > Опции документа > Встроенные переменные) в диалоговом окне **Worksheet Options** (Опции документа), приведенном на рис. 2. Чтобы в любой момент вернуть значения по умолчанию, нажмите кнопку **Restore Defaults** (Восстановить установки по умолчанию).

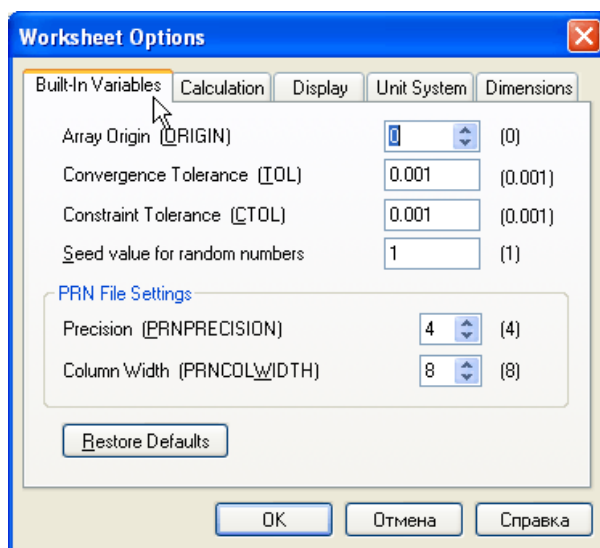


Рис. 2. Вкладка Built-in Variables диалога Worksheet Options
Строковые выражения

Значением переменной или функции может быть не только число, но и строка, состоящая из любой последовательности символов, заключенной в кавычки (листинг 7). Для работы со строками в Mathcad имеется несколько встроенных функций.

Листинг 7. Ввод и вывод строк:

```
s := "Hello, "
```

```
concat(s, "world!") = "Hello, world!"
```

Совершенно аналогичным образом можно определять пользовательские функции строкового типа.

В Mathcad числовые переменные и функции могут обладать размерностью. Сделано это для упрощения инженерных и физических расчетов.

Чтобы создать размерную переменную, определяющую, например, силу тока в 10 А:

- Введите выражение, присваивающее переменной i значение 10: $i := 10$.
- Сразу после ввода 10 введите символ умножения **"*"**.
- Находясь в области местозаполнителя, выберите команду **Insert > Unit** (Вставка > Единицы) либо нажмите кнопку с изображением мерного стакана на стандартной панели инструментов, либо клавиши **CTRL + U** (рис. 3).
- В списке **Unit** (Единица измерения) диалогового окна **Insert Unit** (Вставка единицы измерений) выберите нужную единицу измерения **Ampere (A)**.
- Нажмите кнопку **OK**.

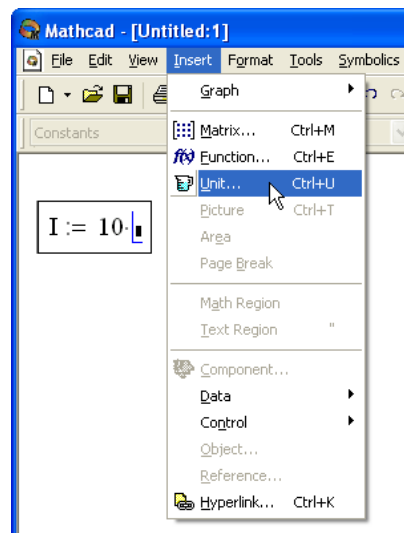


Рис. 3. Вставка единиц измерения размерной величины

Если Вы затрудняетесь с выбором конкретной единицы измерения, не знаете, какова размерность переменной (в нашем случае это электрический ток), то попробуйте выбрать ее в списке **Dimension** (Размерность) диалогового окна **Insert Unit** (Вставка единицы измерений) (рис. 4). Тогда в списке **Unit** (Единица измерения) появятся допустимые для этой величины единицы измерений, из которых выбрать нужную будет легче (рис. 5).

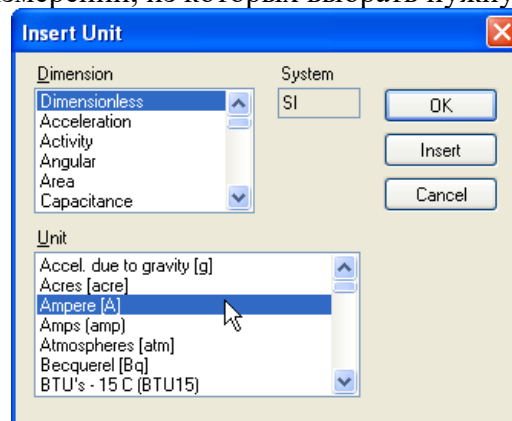


Рис. 4. Диалоговое окно Insert Unit

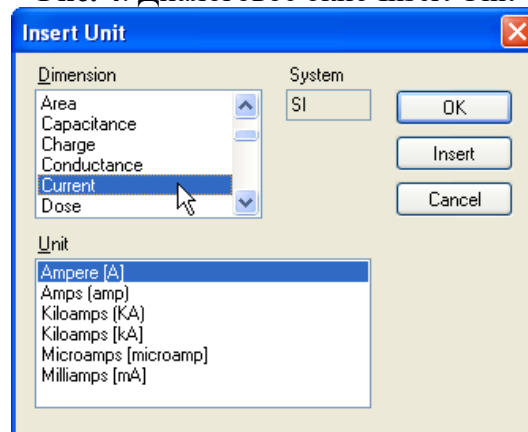


Рис. 5. Выбор размерности

Просмотреть вставку единиц измерения можно и без выхода из диалогового окна **Insert Unit**, нажимая вместо кнопки **OK** кнопку **Insert** (Вставить).

В этом случае Вы увидите, что единица измерений появилась в нужном месте документа, и можете поменять ее, оставаясь в диалоге **Insert Unit**.

Работая с размерными переменными, приготовьтесь к тому, что Mathcad будет постоянно контролировать корректность расчетов. Например, нельзя складывать

переменные разной размерности, в противном случае (рис. 6) будет получено сообщение об ошибке "The units in this expression do not match" (Размерности в этом выражении не совпадают). Тем не менее, позволяется складывать, например, амперы с килоамперами (см. рис. 9).

$$I := 10 \cdot A$$

$$U := 12 \cdot V$$

Рис. 6. Нельзя складывать переменные разной размерности

Над размерными переменными можно производить любые корректные с физической точки зрения расчеты. Пример расчета сопротивления через отношение напряжения к току приведен в листинге 8.

Листинг 8. Расчеты с размерными переменными:

$$I := 10 \cdot A$$

$$U := 12 \cdot V$$

$$R := \frac{U}{I}$$

$$R = 1.2 \text{ kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-3} \cdot \text{A}^{-2}$$

Обратите внимание, что результат в листинге 8 выдан не в омах. Тем не менее, легко перевести его в омы, как и в другие единицы. Для этого достаточно дважды щелкнуть на местозаполнителе, присутствующем после вычисленного значения формулы в момент, когда она выделена (рис. 7, внизу). В результате появляется то же самое диалоговое окно **Insert Unit** (Вставка единицы измерений), в котором можно поменять единицу измерений вычисленного ответа. В результате ответ будет пересчитан в соответствии с вновь введенной единицей измерения (как сделано для верхней формулы на рис. 7).

$$R = 1.2 \text{ ohm}$$

Рис. 7. Изменение единиц измерения в ответе

Можно включить автоматический перевод единиц измерения в более простые единицы. Для этого перейдите в диалоговое окно **Result Format** (Формат результата) на вкладку, посвященную размерностям, с помощью команды **Format > Result > Unit Display** (Формат > Результат > Отображение размерности). Установите в ней флажок **Simplify units when possible** (Упрощать единицы, когда это возможно).

Процесс смены единиц в момент их выбора в диалоге **Insert Unit** (Вставка единицы измерений) показан на рис. 8. В результате приведенного выбора выведенное в амперах значение силы тока будет изменено на значение в килоамперах: 1.01 кА.

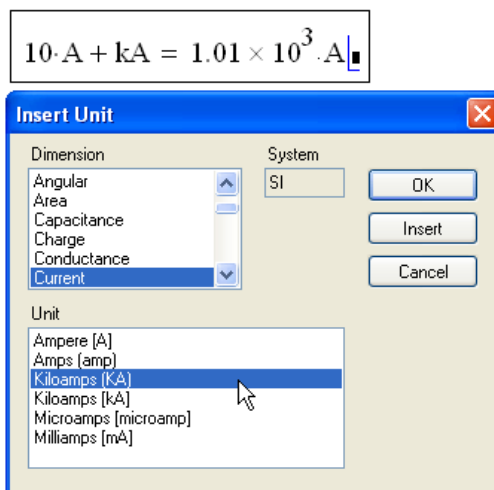


Рис. 8. Сложение переменных одной размерности, выраженных в разных единицах

Чтобы определить новую (пользовательскую) единицу измерения, достаточно присвоить ее выражение через используемые размерности переменной с соответствующим именем.

Пример создания новой единицы измерения "наноампер" приведен в листинге 9.

Листинг 9. Определение новой единицы измерения:

$$\text{nA} := 10^{-9} \cdot \text{A}$$

$$3 \cdot \text{A} = 3 \times 10^9 \text{ nA}$$

Созданные пользователем единицы измерения недоступны в диалоговом окне **Insert Unit** (Вставка единицы измерений), поэтому их приходится вводить вручную с клавиатуры (как это сделано для новой единицы nA во второй строке листинга 9).

Массивами (**arrays**) называют упорядоченные последовательности чисел или элементов массива. Доступ к любому элементу массива возможен по его индексу, т. е. номеру в последовательности чисел (в листинге 10 a – это массив, a_x – его элемент).

Применение массивов чрезвычайно эффективно в математических расчетах.

Листинг 10. Одномерный массив (вектор):

$$a := \begin{pmatrix} 14 \\ 1.4 \\ 4.7 \end{pmatrix}$$

$$a_0 = 14$$

$$a_1 = 1.4$$

$$a_2 = 4.7$$

В Mathcad условно выделяются два типа массивов:

- векторы (одноиндексные массивы, листинг 10), матрицы (двухиндексные, листинг 11) и тензоры (многоиндексные);
- ранжированные переменные (**range variables**) – векторы, элементы которых определенным образом зависят от их индекса.

Листинг 11. Двумерный массив (матрица):

$$a := \begin{pmatrix} 0.1 & 2.8 \\ 3.7 & 0 \end{pmatrix}$$

$$a_{0,0} = 0.1$$

$$a_{1,0} = 3.7$$

$$a_{1,1} = 0$$

Над элементами массива можно совершать действия как над обычными числами. Нужно только правильно задать соответствующий индекс или сочетание индексов массива.

Ранжированные переменные в Mathcad являются разновидностью векторов и предназначены, главным образом, для создания циклов или итерационных вычислений. Простейший пример ранжированной переменной – это массив с числами, лежащими в некотором диапазоне с некоторым шагом.

Например, для создания ранжированной переменной s с элементами 0.1.2.3.4.5:

- Поместите курсор ввода в нужное место документа.
- Введите имя переменной (s) и оператор присваивания ":".
- Нажмите кнопку **Range Variable** (Ранжированная переменная) на панели **Matrix** (Матрица), показанную на рис. 9, либо введите символ точки с запятой с клавиатуры.
- В появившиеся местозаполнители (рис. 9) введите левую и правую границы диапазона изменения ранжированной переменной 0 и 5.

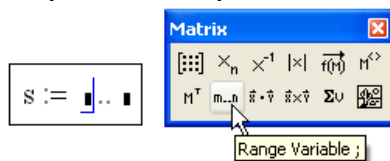


Рис. 9. Создание ранжированной переменной

Результат создания ранжированной переменной показан на рис. 10.

Чтобы создать ранжированную переменную с шагом, не равным 1, например, 0.2.4.6.8:

- Создайте ранжированную переменную в диапазоне от 0 до 8 (см. рис. 4.9).
- Поместите линии ввода на значение начала диапазона (0).
- Введите запятую.
- В появившийся местозаполнитель (рис. 11) введите значение шага изменения ранжированной переменной (2).

Созданная ранжированная переменная будет иметь значения от 0 до 8 включительно, с шагом, равным 2.

$$s := 0 .. 5$$

$s =$

0
1
2
3
4
5

Рис. 4.10. Вывод ранжированной переменной

$$0, \dots 5$$

Рис. 11. Создание ранжированной переменной с шагом, не равным 1

Чаще всего ранжированные переменные используются:

- при параллельных вычислениях (листинги 13 и 14);
- для присвоения значений элементам других массивов (листинги 14 и 15).

Обратите внимание на типичный пример использования ранжированной переменной из листингов 13 и 14. Большинство математических действий, реализованных в Mathcad, совершаются над ранжированными переменными точно так же, как над обычными числами. В этом случае одно и то же действие осуществляется параллельно над всеми элементами ранжированной переменной.

Листинг 13. Ранжированная переменная при параллельных вычислениях:

$$i := 0, 2 \dots 8$$

$$s(i) := i^2 + 1$$

$i =$	$s(i) =$	$\sin(s(i)) =$
0	1	0.841
2	5	-0.959
4	17	-0.961
6	37	-0.644
8	65	0.827

Параллельные вычисления производятся точно так же и над произвольными векторами, не обязательно являющимися ранжированными переменными. Например, можно определить в листинге 14 вектор i , подобно вектору из листинга 10, и провести те же параллельные вычисления над его элементами.

Листинг 14. Ранжированная переменная при параллельных вычислениях:

$$i := 0 \dots 5$$

$$s_i := i^2 + 1$$

$$s = \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ 5 \\ 10 \\ 17 \\ 26 \end{pmatrix} \quad \sin(s) = \begin{pmatrix} 0.841 \\ 0.909 \\ -0.959 \\ -0.544 \\ -0.961 \\ 0.763 \end{pmatrix}$$

Листинг 15. Использование ранжированной переменной для определения матрицы:

$$j := 0 \dots 5$$

$$c_{i,j} := i + j$$

$$c = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 2 & 3 & 4 & 5 \\ 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 \\ 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & 7 \\ 3 & 4 & 5 & 6 & 7 & 8 \end{pmatrix}$$

Самый простой и наглядный способ создания вектора или матрицы заключается в следующем:

- Нажмите кнопку **Matrix or Vector** (Матрица или вектор) на панели **Matrix** (Матрица) (рис. 12) либо клавиши **CTRL + M**, либо выберите пункт меню **Insert > Matrix** (Вставка > Матрица).
- В диалоговом окне **Insert Matrix** (Вставка матрицы) задайте целое число столбцов и строк матрицы, которую хотите создать. Например, для создания вектора 3x1 введите показанные на рис. 12 значения.
- Нажмите кнопку **OK** или **Insert** (Вставить) – в результате в документ будет вставлена заготовка матрицы с определенным числом строк и столбцов (рис. 13).
- Введите значения в местозаполнители элементов матрицы. Переходить от одного элемента матрицы к другому можно с помощью указателя мыши либо клавиш со стрелками.

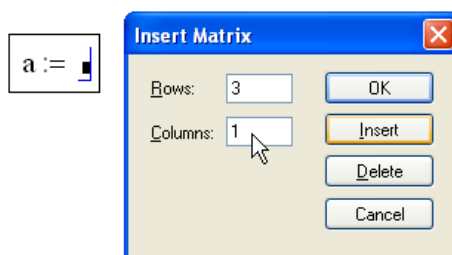


Рис. 12. Вставка матрицы

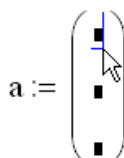


Рис. 13. Заполнение матрицы элементами

Добавление в уже созданную матрицу строк или столбцов производится точно так же:

- Выделите линиями ввода элемент матрицы, правее и ниже которого будет осуществлена вставка столбцов и (или) строк.
- Вставьте в него матрицу, как было описано выше. При этом допускается задание числа столбцов или строк равным нулю (рис. 14).
- Заполните местозаполнители недостающих элементов матрицы.

На рис. 14 и 15 показаны результаты последовательной вставки в матрицу столбца и строки после определения соответствующего числа столбцов и строк в диалоге **Insert Matrix** и нажатия в нем кнопки **Insert** (Вставить).

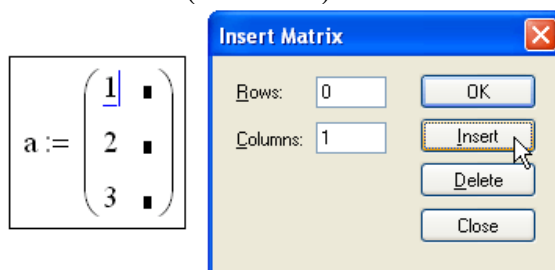


Рис. 14. Добавление одного столбца к матрице

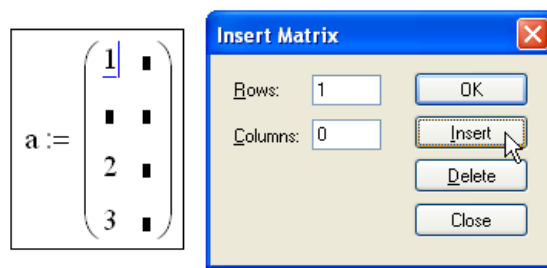


Рис. 15. Добавление одной строки к матрице

В местозаполнители элементов матрицы можно вставлять не только числа (действительные или комплексные), но и любые математические выражения, состоящие из переменных, операторов, встроенных и пользовательских функций (листинг 16, вторая строка).

В любом месте документа допускается как переопределение любого из элементов массива (листинг 4.18, первая строка), так и изменение его размерности. Чтобы поменять размерность всего массива, просто присвойте любое значение новому элементу, индексы которого выходят за границы прежней размерности (вторая строка листинга 18).

В местозаполнители элементов матрицы допускается вставка любых функций, подобно применению обычного оператора присваивания.

Листинг 18. Изменение матрицы (продолжение листинга 4.17):

$$s_{1,2} := 1$$

$$s = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 99 \end{pmatrix}$$

$$s_{4,4} := -7$$

$$s = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 99 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -7 \end{pmatrix}$$

Формат результата

Управление представлением числа в десятичном представлении или представлении с порядком осуществляется при помощи следующих параметров:

- количество отображаемых десятичных знаков (**decimal places**) после точки. Например, число 122.5587 с четырьмя десятичными знаками при отображении с двумя знаками будет выглядеть как 122.56;
- отображение или скрытие незначащих нулей (**trailing zeros**) – опция, позволяющая показывать или скрывать незначащие нули в десятичном представлении числа, т. е. выводить, к примеру, "1.5" вместо "1.500" (даже если установлено количество десятичных знаков, равное 3);
- порядковый порог (**exponential threshold**), при превышении степени 10 которого число будет показываться с порядком. Например, при пороге 3 число 122.56 будет отображаться как десятичное, а при пороге 2 – уже как "1.23x10²";

Количество десятичных знаков левого сомножителя числа с порядком контролируется в некоторых форматах первым из трех перечисленных параметров.

- кроме того, число с порядком может представляться в эквивалентных видах: "1.23x10²" или с порядком в инженерном формате (**engineering format**): "1.23E+002".

В Mathcad имеется несколько типов форматов, в каждом из которых разрешается изменение различных параметров представления числа. Формат выбирается на вкладке **Number Format** (Формат числа) диалогового окна **Result Format** (Формат результата) (рис. 20).

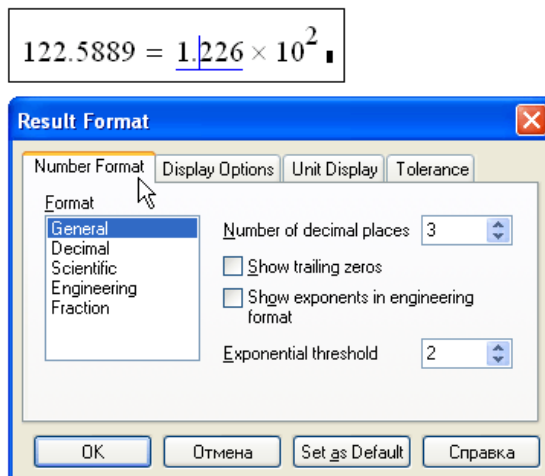


Рис. 20. Выбор формата вывода числа

Этот формат принят при выводе чисел по умолчанию. Можно управлять и количеством отображаемых десятичных знаков (поле **Number of decimal places**), и порядковым порогом (поле **Exponential threshold**). При превышении порога число отображается с порядком (как показано на рис. 20). Несколько примеров вывода одного и того же числа в общем формате показано в листинге 21. В левой колонке приведены числа с порядковым порогом, равным 3, и количеством десятичных знаков (сверху вниз) 3, 4, 5, соответственно. Для нижнего числа установлен флажок отображения незначащих нулей. В правой колонке сгруппированы числа с порядковым порогом от 1 до 4 (сверху вниз).

Листинг 21. Основной формат результата:

$$\begin{aligned}
 12340.56789 &= 12340.568 \\
 12340.56789 &= 1.234 \times 10^4 \\
 12340.56789 &= 12.341 \times 10^3 \\
 12340.56789 &= \frac{999586}{81} \\
 12340.56789 &= 12340 \frac{56789}{100000}
 \end{aligned}$$

Десятичный (decimal) формат.

Числа отображаются только в десятичном представлении и никогда – в представлении с порядком.

Научный (scientific) формат.

Числа отображаются только с порядком, причем количество десятичных знаков левого сомножителя, как и отображение незначащих нулей, определяется пользователем.

Инженерный (engineering) формат.

Числа отображаются только с порядком, причем обязательно кратным 3; как и в научном формате, пользователю разрешается изменять количество десятичных знаков.

Дробный (fraction) формат.

Этот формат сильно отличается от предыдущих, представляя число в виде дроби (рис. 21). Причем можно управлять как точностью представления числа с помощью поля **level of accuracy** (Уровень точности), так и задать модификацию этого формата – отображение числа в виде целой и дробной части (как показано на рис. 21 внизу слева) посредством установки флажка **Use mixed numbers** (Смешанные числа).

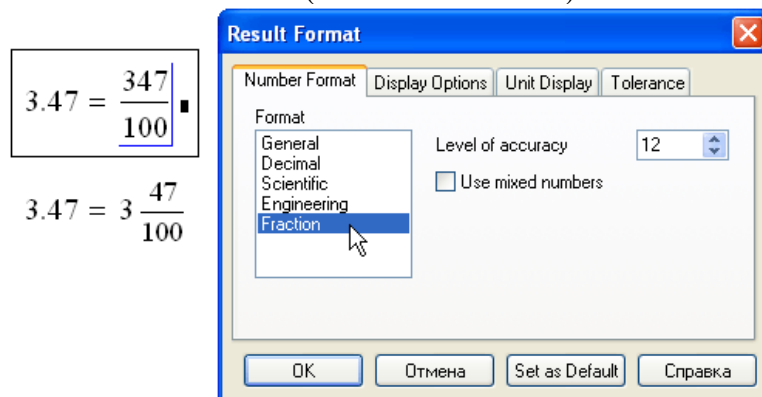


Рис. 21. Дробный формат

Вид одного и того же числа в различных форматах приведен в листинге 22. В первой строке показан десятичный формат, во второй строке – научный с тремя десятичными знаками, в третьей – инженерный также с тремя десятичными знаками. В последних двух строках представлен дробный формат: в предпоследней с уровнем точности 5, в последней – 10. К тому же, для выражения последней строки установлен флажок **Use mixed numbers** (Смешанные числа).

Листинг 22. Другие форматы результата вычислений:

```
2.15·10-23 = 0
3.4 + i·10-11 = 3.4
-0.0000000000000001 = 0
```

Аналогично вводу чисел в других системах, счисления (см. разд. 1.1), вывести результат также возможно в виде десятичного, двоичного, восьмеричного или шестнадцатеричного числа (листинг 24, сверху вниз).

Листинг 24. Вывод чисел в других системах счисления:

```
47 = 101111b
47 = 1.1b × 10b101b
47 = 1.100b × 10b101b
```

Чтобы задать систему счисления, выберите команду **Format > Result > Display Options** (Формат > Результат > Опции отображения), а затем желаемый элемент списка **Radix** (Система счисления) (рис. 24). При отображении чисел в других системах счисления также доступно форматирование их представления на вкладке **Number Format** (Формат числа) того же диалога **Result Format** (Формат результата). В листинге 25 приведено несколько примеров форматирования чисел в двоичном представлении.

$$12340.56789 = 3034.916h$$

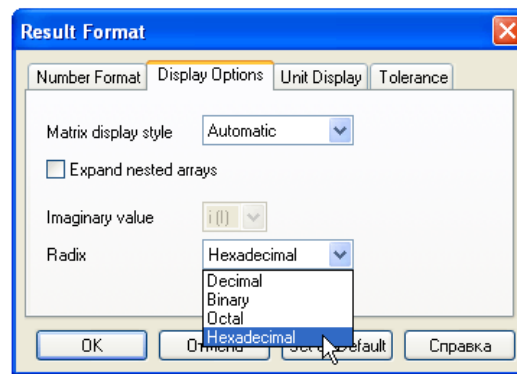


Рис. 24. Задание вывода результата в других системах счисления

Листинг 25. Форматирование вывода чисел в других системах счисления:

$$47 = 101111b$$

$$47 = 1.1b \times 10b^{101b}$$

$$47 = 1.100b \times 10b^{101b}$$