

А. М. Половко

# Mathematica

ДЛЯ  
СТУДЕНТА



**А. М. Половко**

# **Mathematica**

**ДЛЯ СТУДЕНТА**

Санкт-Петербург  
«БХВ-Петербург»  
2007

УДК 681.3.06(075.8)  
ББК 32.973-26-018.2я73  
П52

## **Половко А. М.**

П52 Mathematica для студента. — СПб.: БХВ-Петербург, 2007. — 368 с.: ил.

ISBN 978-5-9775-0096-8

Изложены компьютерные технологии решения математических задач в универсальной математической среде Mathematica, приводятся алгоритмы и методы решения. Книга содержит примеры на каждый из методов, оригинальные индивидуальные задания, различные варианты задач, в том числе повышенной сложности, что дает возможность преподавателю осуществлять контроль знаний, а студенту более глубоко изучить систему Mathematica как систему компьютерной алгебры. Небольшой объем, сочетание научности и простоты изложения делают книгу удобной для повседневного пользования.

*Для студентов, аспирантов, преподавателей технических вузов и специалистов, применяющих математические вычисления в профессиональной деятельности*

УДК 681.3.06(075.8)  
ББК 32.973-26-018.2я73

### **Группа подготовки издания:**

Главный редактор	<i>Екатерина Кондукова</i>
Зам. главного редактора	<i>Татьяна Лапина</i>
Зав. редакцией	<i>Григорий Добин</i>
Редактор	<i>Анна Кузьмина</i>
Компьютерная верстка	<i>Ольги Сергиенко</i>
Корректор	<i>Зинаида Дмитриева</i>
Дизайн серии	<i>Игоря Цырульникова</i>
Оформление обложки	<i>Елены Беляевой</i>
Зав. производством	<i>Николай Тверских</i>

Лицензия ИД № 02429 от 24.07.00. Подписано в печать 24.04.07.

Формат 60×90<sup>1/16</sup>. Печать офсетная. Усл. печ. л. 23.

Тираж 1000 экз. Заказ №

"БХВ-Петербург", 194354, Санкт-Петербург, ул. Есенина, 5Б.

Санитарно-эпидемиологическое заключение на продукцию № 77.99.02.953.Д.006421.11.04 от 11.11.2004 г. выдано Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека.

Отпечатано с готовых диапозитивов  
в ГУП "Типография "Наука"  
199034, Санкт-Петербург, 9 линия, 12

ISBN 978-5-9775-0096-8

© Половко А. М., 2007

© Оформление, издательство "БХВ-Петербург", 2007

# Оглавление

<b>Введение</b> .....	<b>10</b>
Особенности системы Mathematica .....	11
О книге "Mathematica для студента" .....	12
Компьютерная математика в науке и образовании .....	13
Для кого эта книга? .....	14
<b>Глава 1. Интерфейс системы Mathematica</b> .....	<b>16</b>
1.1. Интерфейс системы и его изучение .....	16
1.2. Главное меню системы .....	17
1.2.1. Меню <i>File</i> .....	18
1.2.2. Меню <i>Edit</i> .....	21
1.2.3. Меню <i>Cell</i> .....	22
1.2.4. Меню <i>Format</i> .....	25
1.2.5. Меню <i>Input</i> .....	26
1.2.6. Меню <i>Kernel</i> .....	28
1.2.7. Меню <i>Find</i> .....	30
1.2.8. Меню <i>Window</i> .....	31
1.2.9. Меню <i>Help</i> .....	31
Работа с электронной книгой .....	32
<b>Глава 2. Основы работы с системой Mathematica в режиме вычислений</b> .....	<b>34</b>
2.1. Арифметические операторы, функции, константы .....	34
2.1.1. Арифметические операторы .....	35
2.1.2. Арифметические функции.....	35
Функции выполнения арифметических операций .....	35
Определение делителей целых чисел и наименьшего общего кратного.....	36

Приведение вещественных чисел к ближайшим целым .....	37
Вычисление факториалов .....	37
Получение простых чисел.....	38
2.1.3. Именованные константы .....	39
2.1.4. Укороченная форма представления арифметических операций .....	41
2.2. Типы данных.....	42
2.2.1. Арифметические операции с целыми и рациональными числами.....	42
2.2.2. Арифметические операции с вещественными числами .....	44
2.2.3. Арифметические операции с комплексными числами .....	45
2.2.4. Переменные.....	47
2.3. Выражения, их преобразования и вычисления.....	50
2.3.1. Функции, операторы и символы вычисления выражений.....	50
2.3.2. Подстановки .....	52
2.3.3. Преобразование выражений.....	55
Функция <i>Simplify</i> .....	55
Функция <i>FullSimplify</i> .....	56
Функции <i>Expand</i> .....	58
Функция <i>Collect</i> .....	60
Функции <i>Factor</i> .....	61
Функции преобразования тригонометрических выражений .....	63
2.3.4. Примеры на преобразование выражений.....	64
2.3.5. Повышение точности вычислений .....	67
<b>Глава 3. Визуализация вычислений.....</b>	<b>70</b>
3.1. Двумерная графика .....	71
3.1.1. Графическая функция <i>Plot</i> .....	71
Определение области изоляции корня.....	72
Проверка достоверности решения задачи .....	74
Опции функции <i>Plot</i> .....	75
3.1.2. Построение точечного графика .....	81
3.1.3. Выбор стиля графика.....	86
Опция <i>PlotStyle</i> .....	86
3.1.4. Обозначение кривых на графике множества функций.....	90
3.1.5. Графики специальных типов.....	92
Построение графиков в логарифмическом масштабе .....	92
Построение графиков в полярной системе координат .....	94
Построение графиков в виде гистограмм.....	96

3.2. Трехмерная графика.....	101
3.2.1. Создание контурных графиков .....	102
3.2.2. Построение графиков поверхностей.....	102
3.2.3. Построение фигур.....	104
<b>Глава 4. Специальные вычисления .....</b>	<b>107</b>
4.1. Вычисление сумм.....	107
4.1.1. Вычисление сумм в аналитическом виде.....	107
4.1.2. Вычисление сумм в численном виде.....	110
4.1.3. Использование символа суммирования $\sum_{\oplus}^{\otimes}$ .....	111
4.1.4. Примеры вычисления сумм .....	112
4.2. Вычисление произведений .....	114
4.2.1. Вычисление произведений в аналитическом виде.....	115
4.2.2. Вычисление произведений в численном виде .....	116
4.2.3. Использование символа произведения $\Pi$ .....	117
4.2.4. Примеры вычисления произведений.....	118
4.3. Табулирование функции.....	119
4.4. Вычисление пределов .....	124
4.4.1. Технология вычисления пределов системой Mathematica.....	124
4.4.2. Примеры вычисления пределов.....	128
4.5. Разложение функции в степенной ряд.....	129
4.5.1. Технология разложения функции в ряд Тейлора в системе Mathematica.....	129
4.5.2. Погрешности степенных рядов Тейлора.....	134
Случай 1. Ряд знакопеременный, члены ряда быстро убывают, $x < 1$ .....	134
Случай 2. Ряд знакопеременный, $x > 1$ .....	135
Случай 3. Ряд не знакопеременный .....	135
4.5.3. Компьютерные технологии оценки погрешностей рядов .....	135
Способ 1. Табулирование функций.....	135
Способ 2. Визуализация решения .....	136
Способ 3. Вычисление погрешностей .....	137
4.6. Вычисление производных .....	138
<b>Глава 5. Представление данных. Создание векторов и матриц .....</b>	<b>142</b>
5.1. Типы данных.....	142
5.1.1. Вещественные числа.....	144
5.1.2. Комплексные числа .....	146

5.1.3. Символьные переменные .....	146
5.1.4. Списки и массивы .....	146
5.2. Представление и образование векторов и матриц.....	147
5.2.1. Генерация векторов и матриц с помощью функции <i>Range</i> ....	148
5.2.2. Генерация векторов и матриц с помощью функций <i>Table</i> ....	149
5.2.3. Выделение и вывод элементов вектора и матрицы.....	150
Использование двойных квадратных скобок .....	150
Выделение элементов вектора и матрицы с помощью функции <i>Part</i> .....	151
5.3. Работа со списками. Создание векторов и матриц.....	154
5.3.1. Выявление структуры вектора или матрицы .....	154
5.3.2. Преобразование и создание векторов и матриц .....	156
5.3.3. Комбинирование векторов и матриц.....	159
5.3.4. Создание векторов и матриц.....	160
5.4. Математические операции над векторами и матрицами .....	162
5.4.1. Арифметические операции .....	162
5.4.2. Матричное умножение .....	162
5.4.3. Математические операции с векторами и матрицами.....	163
<b>Глава 6. Математические функции .....</b>	<b>166</b>
6.1. Элементарные математические функции.....	166
6.1.1. Непосредственное вычисление функции.....	167
6.1.2. Присвоение аргументу численного значения .....	168
6.2. Специальные математические функции.....	168
6.2.1. Ортогональные полиномы .....	168
6.2.2. Интегральные показательные функции .....	172
6.2.3. Гамма-функция.....	174
6.2.4. Функции Бесселя.....	179
6.2.5. Функции Эйри .....	182
6.2.6. Бета-функция (эйлеров интеграл первого рода).....	185
6.2.7. Функции статистических распределений и функции ошибок .....	187
6.2.8. Функции генерации случайных чисел.....	191
6.2.9. Эллиптические интегралы и функции.....	194
6.2.10. Специальные числа и полиномы .....	197
6.3. Интегральные преобразования.....	198
6.3.1. Преобразование Лапласа.....	198
6.3.2. Z-преобразование .....	203
6.3.3. Преобразование Фурье .....	204

<b>Глава 7. Решение оптимизационных задач.....</b>	<b>207</b>
7.1. Поиск минимального и максимального числа в перечне чисел.....	207
7.2. Классический метод определения экстремума аналитической функции.....	210
7.2.1. Определение координат точек перегиба.....	213
7.3. Поиск локального минимума аналитической функции с помощью встроенных функций системы Mathematica.....	215
7.4. Отыскание глобального максимума (минимума) аналитической функции.....	220
7.4.1. Математическая формулировка задачи.....	222
7.5. Примеры на решение оптимизационных задач .....	226
<b>Глава 8. Решение алгебраических и трансцендентных уравнений .....</b>	<b>229</b>
8.1. Решение уравнений в аналитическом виде .....	229
8.1.1. Функция <i>Solve</i> .....	229
8.1.2. Функция <i>Roots</i> .....	233
8.2. Численные методы решения алгебраических и трансцендентных уравнений.....	237
8.2.1. Функция <i>NSolve</i> .....	237
8.2.2. Функция <i>NRoots</i> .....	239
8.2.3. Функция <i>FindRoot</i> .....	240
8.3. Интервальные методы решения алгебраических и трансцендентных уравнений .....	242
8.4. Определение корней уравнений с применением интерполяции ....	245
8.5. Проверка достоверности решения уравнений .....	247
<b>Глава 9. Решение систем уравнений в среде Mathematica... 252</b>	
9.1. Методы и алгоритмы решения систем алгебраических уравнений.....	252
9.1.1. Решение систем линейных алгебраических уравнений.....	252
Аналитические методы .....	253
Методы итераций .....	254
Алгоритмы метода итерации.....	256
Сравнительная оценка точных и итерационных методов .....	257
9.1.2. Решение систем нелинейных алгебраических уравнений .....	258
Определение начальных приближений.....	258
Графический способ.....	258
Табличный способ.....	259
Метод Ньютона.....	259



Итерационные методы .....	259
Признак окончания итераций .....	260
9.2. Компьютерные технологии решения уравнений в системе Mathematica .....	260
9.2.1. Функция $Solve[F, X]$ .....	260
Решение систем линейных алгебраических уравнений.....	261
Решение систем нелинейных уравнений в символьном виде ....	265
9.2.2. Функция $Solve[F, X, Y]$ .....	266
9.2.3. Функция $NSolve[F, X]$ .....	268
9.2.4. Опции функции $Solve$ .....	269
9.2.5. Функция $FindRoot[F, \{X, x_0\}]$ .....	270
9.2.6. Функция $Eliminate[F, x]$ .....	272
9.2.7. Матричные методы решения систем линейных уравнений ...	274
9.2.8. Особые случаи решения систем уравнений.....	277
9.3. Примеры для самостоятельного решения систем уравнений.....	279
9.3.1. Варианты систем линейных алгебраических уравнений.....	279
9.3.2. Варианты систем нелинейных алгебраических уравнений ....	279

## **Глава 10. Решение дифференциальных уравнений..... 284**

10.1. Методические замечания.....	284
10.2. Решение дифференциальных уравнений в среде Mathematica ....	284
10.2.1. Аналитические методы.....	285
Частное решение дифференциального уравнения .....	286
Решение систем дифференциальных уравнений в аналитическом виде.....	288
Опции функции $DSolve$ .....	292
10.2.2. Численные методы решения дифференциальных уравнений .....	292
Функция $NDSolve[f, y[x], \{x, x_{min}, x_{max}\}]$ .....	292
Функция $NDSolve[\{f_1, f_2, \dots, y_1(x_0), y_2(x_0), \dots\}, \{y_1[x], y_2[x], \dots\}, \{x, x_{min}, x_{max}\}]$ .....	295

## **Глава 11. Компьютерные технологии вычисления интегралов ..... 304**

11.1. Аналитические методы вычисления интегралов .....	304
11.2. Численные методы вычисления интегралов .....	307
11.3. Технология вычисления интегралов численными методами .....	308
11.4. Использование символа интеграла ( $\int$ ) .....	309
11.5. Вычисление кратных интегралов.....	309
11.6. Вычисление несобственных интегралов .....	311
11.7. Табличное интегрирование .....	312

11.8. Проверка правильности вычисления интеграла .....	317
11.8.1. Вычисление производной первообразной функции .....	317
11.8.2. Применение различных методов интегрирования .....	319
11.8.3. Сравнение результатов интегрирования различными системами символьной математики .....	320
11.8.4. Особенности вычисления интегралов в системе Mathematica.....	321

## **Глава 12. Компьютерные технологии решения задач интерполяции..... 323**

12.1. Виды и этапы компьютерных технологий интерполяции .....	323
12.1.1. Выбор вида функции интерполяции.....	325
Способ 1. Графоаналитический.....	326
Способ 2. Линеаризация нелинейных функций .....	327
Способ 3. Анализ табличных разностей.....	328
Способ 4. Использование специальных программ автоматизации интерполяции.....	329
12.1.2. Определение коэффициентов функции интерполяции.....	329
12.1.3. Определение адекватности функции интерполяции .....	329
12.2. Компьютерные технологии интерполяции в среде Mathematica..	330
12.2.1. Интерполяция, точная в узлах .....	330
Универсальный метод .....	330
Проверка достоверности решения задачи интерполяции .....	332
Функция <i>InterpolatingPolynomial</i> .....	335
Функция <i>Interpolation[data]</i> .....	338
12.2.2. Интерполяция нелинейными функциями.....	339
Способ 1. Решение системы нелинейных уравнений .....	339
Способ 2. Линеаризация нелинейной функции.....	341
12.3. Интерполяция, приближенная в узлах.....	343
12.4. Паде-аппроксимация .....	348
12.5. Функции аппроксимации в пакетах расширения.....	350
12.5.1. Линейная аппроксимация.....	350
12.5.2. Нелинейная аппроксимация .....	352
12.5.3. Полиномиальная аппроксимация .....	353
12.5.4. Сплайн-интерполяция.....	355
12.6. Многопараметрическая интерполяция.....	357

## **Литература .....**

360

## **Предметный указатель .....**

362

# Введение

Книга "Mathematica для студента" пополняет серию книг символьной математики: "Derive для студента", "MATLAB для студента", "Mathcad для студента", выпущенных в свет в 2005—2006 гг. издательством "БХВ-Петербург".

Будем надеяться, что в скором времени издательство выпустит в свет книгу "Maple для студента" — последнюю из серии книг символьной математики. Если это произойдет, то студент получит полную интеллектуальную библиотеку книг компьютерной алгебры. Эти книги будут ему нужны в течение всего периода обучения в вузе.

Ни одна из них в отдельности не может обеспечить учебный процесс по всем предметам данной специальности. Все они нужны студенту при выполнении упражнений и домашних заданий по различным математическим и техническим дисциплинам, при выполнении лабораторных работ, при курсовом и дипломном проектировании.

Не все студенты могут иметь такую библиотеку. Малоимущих должны обеспечить этими книгами библиотеки вузов. Таковы требования компьютеризации обучения, призванного существенно повысить его эффективность.

Появление систем символьной математики — революция в науке и образовании.

Совсем недавно компьютер был лишь мощным калькулятором и не обладал свойством интеллектуального технического средства.

С его помощью можно было решать задачи только в численном виде. При этом пользователь обязан составлять программы на универсальных языках программирования (Фортран, Си, Бейсик и т. п.). Это мог делать только профессиональный программист.

Этим можно объяснить слабое использование вычислительной техники в инженерном деле, науке и образовании.

Появление систем символьной математики, таких как Mathematica, Maple, Derive, Mathcad, MATLAB, существенно изменило ситуацию.

Теперь пользователю нет необходимости составлять программы на универсальном языке программирования. Они уже составлены и в качестве готовых программ находятся в памяти компьютера. Требуется лишь обратиться к ним, а

программирование состоит лишь в том, чтобы объединить некоторые из них в единую программу, соответствующую алгоритму решения задачи.

Обращение к программам осуществляется с помощью встроенных функций или команд. Тогда сущность программирования состоит в том, чтобы создать комбинацию встроенных функций, соответствующую алгоритму. Такое функциональное программирование настолько простое, что им легко овладеет любой пользователь.

## Особенности системы Mathematica

□ Система Mathematica является очень популярной во всем мире. Так, например, в США официально зарегистрировано свыше миллиона ее пользователей. Издано несколько десятков книг различного назначения.

Считается, и не без основания, что Mathematica — лидер среди систем символьной математики.

□ Высокие интеллектуальные возможности системы Mathematica позволяют решать задачи в аналитическом виде.

Преобразования математических выражений осуществляются на таком высоком уровне, что система позволяет получать решения большинства математических задач в аналитическом виде, выводить формулы, доказывать теоремы. Система позволяет:

- определять вещественные и комплексные корни алгебраических и трансцендентных уравнений;
- решать алгебраические и дифференциальные уравнения;
- вычислять неопределенные интегралы;
- осуществлять интегральные преобразования;
- решать задачи оптимизации;
- осуществлять разложение функции в степенной ряд;
- находить пределы, вычислять суммы и произведения математических функций;
- осуществлять упрощение сложных математических выражений до таких уровней, когда выражение становится формулой;
- осуществлять самопроверку результатов решения задачи.

□ Mathematica — мощная вычислительная система. Она позволяет без программирования получать численные решения большинства задач прикладной математики. Система поражает объемом вычислений. Например, функции  $\pi$ ,  $e$ ,  $n!$  вычисляет практически с любым числом знаков. Она способна выполнять математические действия с абсолютной точностью. При этом количество цифр не ограничено.

Mathematica позволяет также выполнять вычисления с произвольной точностью. Например, встроенная функция  $N[F, n]$  вычисляет математическое выражение  $F$  с числом знаков после запятой, равным  $n$ . При этом  $n$  не ограничено.

- Mathematica — справочная математическая система. Теперь математические справочники не нужны. В считанные секунды пользователь получит таблицы логарифмов, элементарных и специальных функций, таблицы производных, интегралов, сумм и произведений и т. д.
- Mathematica — справочная система, содержащая несколько электронных книг для пользователя с большим числом примеров.
- Решение задач осуществляется в режиме диалога и не требует программирования. Язык общения системы — язык функционального программирования высокого уровня. Его можно отнести к классу интерпретаторов, когда система анализирует (интерпретирует) введенное выражение и сразу его исполняет.
- Оригинальна структура системы Mathematica, состоящая из ядра, пакетов расширения, библиотеки и справочной системы из шести электронных книг. Ядро системы практически не зависит от платформы. Такая структура означает, что система Mathematica является системой самообучающейся.

Система связана с Интернетом. Ее главный сайт посвящен системе Mathematica. В нем содержатся различные версии системы, книги, всемирная система вычисления интегралов, галерея графики, дополнительные библиотеки и пакеты расширения.

## О книге "Mathematica для студента"

В России имеется только несколько книг по системе Mathematica. Они изданы небольшими тиражами и приведены в списке литературы. По своему объему и содержанию они не могут удовлетворить инженера, студента, преподавателя. Нужна книга для широкого пользователя, в которой бы в доступной для понимания форме излагались компьютерные технологии решения математических и прикладных задач. Такой, кажется, и является настоящая книга. Далее излагаются ее основные особенности.

- В книге подробно излагаются компьютерные технологии решения математических задач:
  - корректная постановка задачи;
  - выбор алгоритма и метода решения задачи;
  - выбор встроенной функции;
  - решение задачи;
  - проверка достоверности решения;
  - обсуждение результатов.

При решении задач в качестве примеров эта технология соблюдается. Она позволяет: понимать сущность задачи, получать знания, а не только умения и навыки, находить правильное решение за короткое время.

- Целенаправленность книги. В ней излагается все то главное, для чего предназначена Mathematica — выполнять вычисления, получая решения в численном или аналитическом виде.

Многие возможности системы, имеющие лишь косвенное отношение к вычислениям, излагаются поверхностно. К ним относятся: история создания, установка системы, детали интерфейса, графика, не имеющая отношения к визуализации вычислений, система Mathematica, как редактор текстов, справочная и оконная системы, ряд дополнительных функций, опций и директив, имеющих вспомогательное значение.

Это дало возможность в небольшом объеме книги достаточно подробно изложить основное содержание системы Mathematica — компьютерные технологии решения математических задач. При необходимости пользователь может самостоятельно углубить свои знания и умения с помощью справочной системы.

- Изложение компьютерных технологий решения математических задач сопровождается примерами на каждый из методов, что способствует более глубокому их пониманию. С целью самоконтроля знаний книга содержит оригинальные индивидуальные задания на основные математические методы.
- Наличие задач повышенной сложности дает возможность преподавателю осуществлять контроль знаний, а студенту более глубоко изучить систему Mathematica, как систему компьютерной алгебры.

Это в полной мере относится к любому пользователю, изучающему систему Mathematica.

- Книга достаточно научна, отличается простотой и ясностью изложения.

## Компьютерная математика в науке и образовании

Большие возможности систем компьютерной математики позволяют во многих случаях получать решения без знания математики. Достаточно изучить встроенные функции и правила диалога.

Тогда возникает естественный вопрос: нужно ли пользователю глубоко изучать системы компьютерной математики? Не достаточно ли только с их помощью получать решения?

Да, нужно. Знания систем компьютерной алгебры существенно облегчают изучение математики, развивают мышление, дают образование, делают человека умнее.

Использование систем компьютерной математики при изучении общеинженерных или специальных дисциплин позволяет более глубоко изучать эти дисциплины, придавая им исследовательский характер.

Даже самые мощные компьютерные системы не интеллектуальны. Они не могут ответить на простые вопросы, на которые отвечает даже школьник, например,

чему равно  $\frac{3}{7} + \frac{7}{11}$ ,  $\sin^2 x + \cos^2 x$ , чему равен корень уравнения

$$ax + b = 1?$$

Обучение студентов, основанное на применении компьютерных технологий численных расчетов, больших знаний не дает.

Неумение выпускников вузов применять математику в своей деятельности, особенно инженерной, — большая беда нашего образования.

Студент запоминает математические выражения, формулы, методы лишь на период экзаменационной сессии. А если даже и потом их помнит, то не может ими воспользоваться на практике, т. к. компьютерные технологии требуют программирования на языках высокого уровня, с которыми он только знаком.

Другое дело системы компьютерной алгебры.

Они обладают следующими особенностями:

- не требуют программирования при решении задач, как в численном, так и в символьном видах;
- углубляют знания математики, особенно при решении задач в символьном виде;
- позволяют осваивать компьютер;
- повышают интерес к образованию;
- освобождают пользователя от рутинных вычислений и одновременно углубляют знания математики;
- возможность проведения высококачественных занятий по любому предмету, где необходима математика;
- системы компьютерной алгебры являются математическими справочниками высокого уровня.

## Для кого эта книга?

Не следует думать, что эта книга, судя по ее названию, только для студента.

Да, основным ее читателем, наверное, будет студент. Это объясняется тем, что книга так методически представлена: подробное описание компьютерных технологий решения задач, простота и ясность изложения, большое число примеров, индивидуальные задания, примеры повышенной сложности.

Однако эти особенности вовсе не означают, что в книге поверхностно и неполно излагаются компьютерные технологии решения математических и прикладных задач.

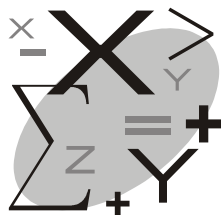
"Mathematica для студента" содержит достаточно полное и глубокое изложение компьютерных технологий решения математических задач с помощью системы Mathematica.

Она необходима инженеру любой специальности, экономисту, бизнесмену и любому специалисту, который по своей деятельности обязан решать прикладные математические задачи.

Успеха вам, читатели, в освоении и применении системы Mathematica в своей профессиональной деятельности.



# ГЛАВА 1



## Интерфейс системы Mathematica

### 1.1. Интерфейс системы и его изучение

Интерфейс системы Mathematica реализует отображение окон, палитр, панелей инструментов, знаков, расположение их в различном виде и в разных местах экрана монитора.

Главное окно системы имеет вид, показанный на рис. 1.1.

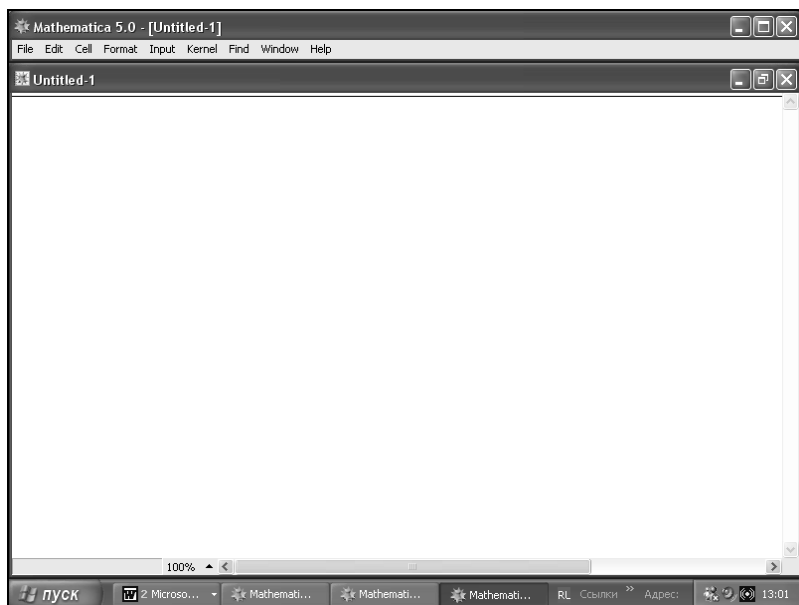


Рис. 1.1. Главное окно системы

Главное окно системы содержит: строку заголовка, главное меню и большой экран редактирования. Справа и внизу окна расположены полосы прокрутки с ползунками, управляемыми мышью. Положение ползунка показывает его место в тексте (номер страницы от начала текста). Внизу возле полосы прокрутки расположена строка состояний, в которой содержится информация о текущем режиме работы.

Интерфейс системы содержит несколько сот наименований пунктов меню, подменю, команд, функций. Изучить их при первом чтении невозможно: из краткого описания нельзя понять содержание. Содержание пунктов меню, подменю, команд можно понять только в процессе решения задач. Глубокие знания интерфейса системы приобретаются только с опытом работы с системой. Поэтому изучение данной главы при первом чтении не требуется. Прочтите ее и приступайте к решению задач. В процессе решения обращайтесь к командам главного меню системы.

Не игнорируйте справочную систему. Лучшим способом добиться успеха в процессе решения задачи является обращение к справочной системе. Это во многих случаях более эффективно, чем обращение к книге.

Однако справочная система не может заменить книгу — никакая справочная система не может быть учебником.

## 1.2. Главное меню системы

Главное меню системы состоит из следующих пунктов:

- File** — действия с файлами: создание файла, открытие из каталога и его закрытие, сохранение файла с прежним или новым именем, печать текста и завершение работы;
- Edit** — операции редактирования: редактирование текста с сохранением в специальных форматах, перенос выделенных участков текста, копирование из буфера, удаление;
- Cell** — работа с ячейками: удаление и восстановление, объединение и разъединение, установление статуса;
- Format** — установка стилей, изменение формата текста на экране и при печати, вывод опций, обеспечивающих желаемый вид текста, управление окном редактирования;
- Input** — управление вводом: вставка в текст содержимого ячеек ввода и вывода, создание графиков, таблиц, палитр, гиперссылок, загрузка файла в нужное место текста, создание кнопок различного назначения, изменение цвета рисунков и заливки, запись звуковых сигналов, определение координат точек графика;
- Kernel** — управление ядром системы: выбор ядра системы, управление процессом вычислений, удаление текста;

- Find** — поиск и замена фрагментов текста, использование гиперссылок, обеспечение работы с этикетками;
- Window** — операции с окнами: расположение окон и управление ими;
- Help** — управление справочной системой.

Рассмотрим назначение пунктов главного меню более подробно.

### 1.2.1. Меню *File*

Меню **File** предназначено для работы с файлами. Оно содержит много команд. Рассмотрим назначение и содержание основных из них.

- Команда **New (Ctrl+N)**.

Команда служит для работы с новым текстом (документом). Она удаляет предыдущий текст, сделав запрос о его сохранении. Окно нового экрана имеет имя **Untitled-N**, где *N* — номер нового окна. Исполнение этой команды не отменяет ранее загруженные файлы пакетов расширения и определенных предыдущих вычислений.

- Команда **Open (Ctrl+O)**.

Команда осуществляет загрузку необходимых пользователю файлов. Она выводит диалоговое окно **Открыть** (рис. 1.2), в котором осуществляется поиск необходимого файла и его открытие в новом окне системы.

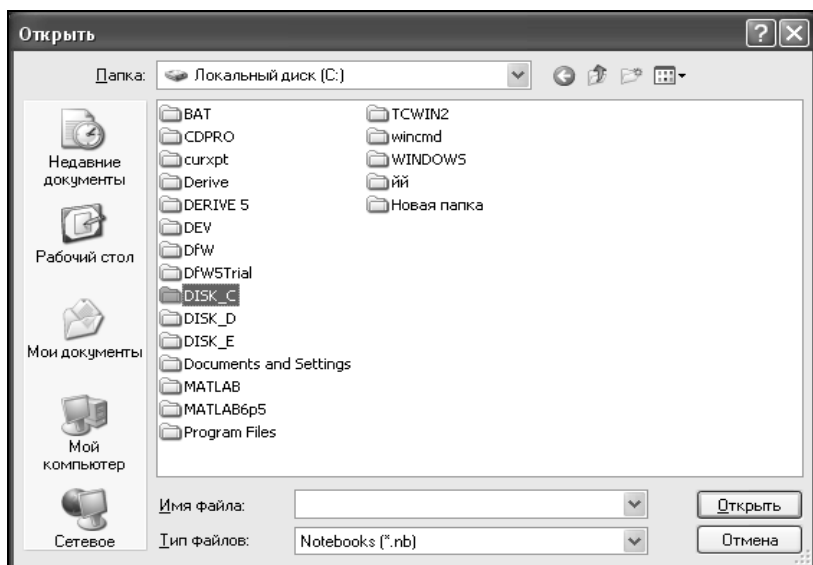


Рис. 1.2. Диалоговое окно загрузки файлов

При необходимости ввода содержимого файла в текущий текст следует использовать команду **Import**.

❑ Команда **Close (Ctrl+F4)**.

Осуществляет закрытие текущего окна.

❑ Команда **Save (Ctrl+S)**.

Команда предназначена для сохранения отредактированного и вновь созданного текста. Запись на магнитный диск осуществляется без изменения имени файла.

❑ Команда **Save As (Shift+Ctrl+S)**.

Эта команда предназначена для сохранения файла в любом месте каталога диска с изменением имени файла.

При обращении к команде открывается диалоговое окно, представленное на рис. 1.3. Выбирается место сохранения документа, записывается в соответствующем поле имя нового файла или подтверждается старое. Расширение ставить не обязательно — система выбирает его сама.

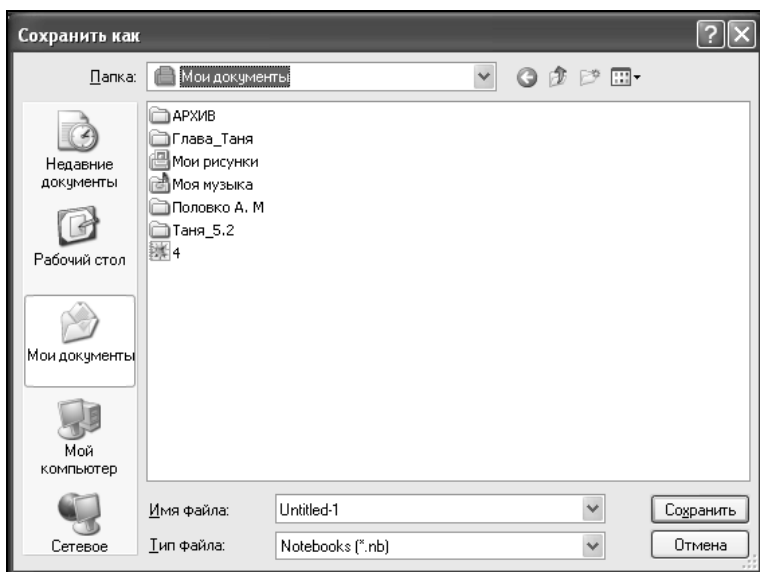


Рис. 1.3. Диалоговое окно сохранения файла

❑ Команда **Save As Special**.

Команда дает возможность записывать и считывать содержимое файлов в специальных форматах.

Такими форматами являются:

- **Version 2 Notebook** — формат старой версии системы (ma);
- **Text** — текстовый формат (txt);
- **Notebook Expression** — формат выражений в блокнотах;
- **Package Format** — формат пакетов расширения (m);
- **Tex** — формат редакторов Tex (tex).

Команда **Open Special**.

Служит для загрузки файлов в специальных форматах. Команда открывает окно, с помощью которого загружаются файлы.

Команда **Import**.

Открывает окно файлов для вставки содержимого нужного файла в текст документа.

Команды **Send To**, **Send Selection**.

Зарезервированные команды.

Команда **Palettes**.

Выводит палитры математических знаков, операторов и функций.

Команда **Generate Palette from Selection**.

Команда служит для помещения любой части текста в уменьшенное окно (палитру). Палитру можно сохранить на диске.

Команда **Generate Notebook from Palette**.

Команда преобразует палитру в ее содержимое.

Команда **Printing Settings**.

Команда предназначена для установки параметров печати. Она выводит подменю с тремя операциями: **Page Setup**, **Printing Options**, **Headers and Footers**. Операция **Page Setup** служит для установки параметров страницы. Она выводит окно, содержащее типичные установки параметров страницы: размер бумаги, способ подачи бумаги, размеры полей, ориентацию.

Операция **Printing Options** предназначена для установки опций печати. Она выводит окно, в котором и устанавливаются опции.

Операция **Headers and Footers** предназначена для установки колонтитулов с помощью выводимого окна.

Команда **Print**.

Команда предназначена для печати всего текста. Она выводит окно печати, в котором устанавливаются номера страниц, число копий, задания разборки копий. В окне также устанавливается тип принтера. Окно показано на рис. 1.4.

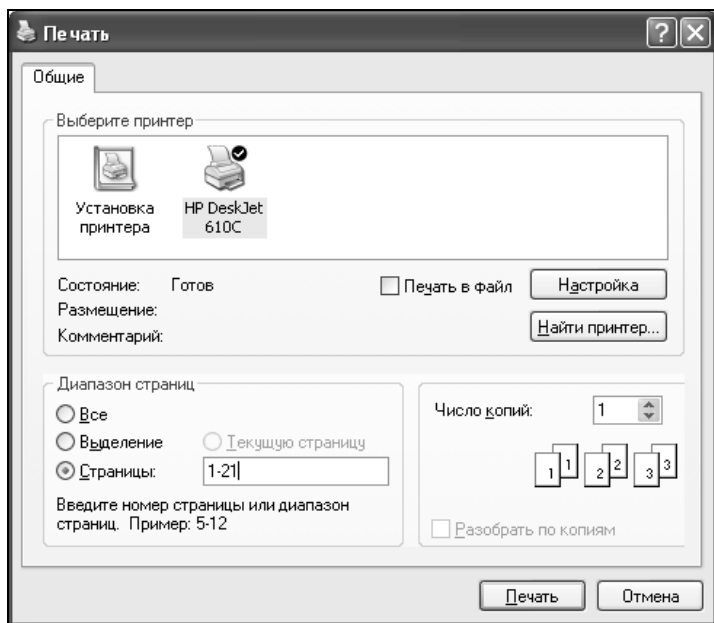


Рис. 1.4. Окно печати текста

В процессе печати текста может появиться окно принтера, в котором отображается ход печати и аварийные ситуации (принтер не включен, отсутствует бумага, кончились чернила).

Команда **Print Selection**.

Команда предназначена для печати набора выделенных ячеек с помощью окна печати.

Команда **Exit**.

Используется для окончания работы с системой. При этом запрашивается необходимость сохранения текста на диске.

## 1.2.2. Меню *Edit*

Меню **Edit** содержит команды редактирования текста. Меню содержит 16 команд, большинство из которых дублируются клавишами. Команды также осуществляют операции с буфером обмена (помещают, сохраняют, редактируют, считывают информацию). Рассмотрим кратко назначение команд меню **Edit**.

Команда **Undo** — отмена операции.

Команда **Cut (Ctrl+X)** — отмена содержимого выделенной ячейки и помещение его в буфер обмена.

- ❑ Команда **Copy (Ctrl+C)** — копирует содержимое ячейки в буфер без его удаления из ячейки.
- ❑ Команда **Paste (Ctrl+V)** — копирует содержимое буфера обмена в то место, которое указано курсором. Содержимое буфера при этом не меняется.
- ❑ Команда **Clear (Del)** — уничтожает содержимое выделенной ячейки без его сохранения в буфере.
- ❑ Команда **Copy As** — копирует содержимое ячейки в заданном формате.
- ❑ Команда **Paste As** — переносит содержимое буфера в то место текста, которое указано курсором. Содержимое буфера очищается. Эти процедуры выполняются с помощью команды **Paste and Discard**.
- ❑ Команда **Save Selection As** — служит для сохранения в специальных форматах текстов выделенных ячеек. Перечень форматов указан в подменю.
- ❑ Команда **Select All (Ctrl+A)** — выделение всех ячеек.
- ❑ Команда **Insert Object** — открывает стандартное окно с перечнем приложений. Приложениями являются тексты, рисунки и другие объекты. Они внедряются в систему Mathematica и могут редактироваться.
- ❑ Подменю **Motion** — редактирование больших англоязычных текстов стандартным способом.
- ❑ Команда **Expression Input** — ввод выражений в различных форматах и задание вида ячеек с помощью команд подменю.
- ❑ Команда **Make 2D (Shift+Ctrl+Y)** — представление и редактирование содержимого ячеек ввода в двумерном формате.
- ❑ Команда **Check Balance (Shift+Ctrl+B)** — определение места расположения текстового курсора (поиск скобок).
- ❑ Команда **Check Spelling (Alt+;)** — проверка орфографии.
- ❑ Команда **Preferences** — вызов окна настроек системы.

### 1.2.3. Меню *Cell*

Меню **Cell** служит для работы с ячейками. Оно содержит несколько подменю и большое число команд. Приведем эти команды и опишем их назначение.

- ❑ Команда **Convert To**.

Команда предназначена для преобразования формата содержимого ячеек. Она открывает подменю с перечнем всех применяемых форматов. Текущий формат помечен. Для задания нового формата необходимо его отметить галочкой, щелкнув мышью по определенному пункту подменю.

Форматами ячеек могут быть следующие:

- **InputForm (Shift+Ctrl+I)** — формат ввода;
- **OutputForm** — формат вывода;

- **StandardForm (Shift+Ctrl+N)** — стандартный формат;
- **TradicionalForm (Shift+Ctrl+T)** — традиционный формат;
- **PostScript** — векторный графический формат;
- **Bitmap** — растровый формат изображений;
- **Metafile** — векторный графический формат Windows Metafile.

При работе с текстами с большим числом математических знаков целесообразно использовать стандартный формат.

- Команда **Display As** — установка формата отображения ячеек.
- Команда **Default Input Format Type** — установка формата для ячеек ввода.
- Команда **Default Output Format Type** — установка формата для ячеек вывода.
- Подменю **Cell Properties**.

Подменю **Cell Properties** устанавливает свойства ячеек. Оно содержит следующие команды:

- **Cell Open** — устанавливает ячейку открытой или закрытой;
- **Cell Editable** — устанавливает ячейку редактируемой или не редактируемой;
- **Cell Evaluatable** — устанавливает ячейку оцениваемой или не оцениваемой;
- **Cell Edit Duplicate** — делает ячейку вновь созданной в случае редактирования;
- **Cell Active** — делает ячейку активной или неактивной;
- **Initialization Cell** — делает ячейку инициализационной или неинициализационной.

Установка перечисленных свойств выполняется через подменю **Cell Properties**. При этом можно установить одновременно несколько непротиворечивых свойств. Для снятия свойства необходимо повторить команду.

Ячейка ввода и соответствующая ей ячейка вывода обрамляются справа скобками: одиночными и общей. Активизируя скобку двойным щелчком, можно скрывать и снова выводить на экран выходную ячейку. Это полезно в том случае, если результат в ней слишком громоздкий.

Редактировать можно содержимое как входной, так и выходной ячеек. Для этого выходную ячейку необходимо сделать редактируемой, установив свойство **Cell Editable**. Редактируемая ячейка имеет символ "?" у своей обрамляющей скобки.

С помощью команды **Cell Evaluatable** исполняются и выдают результаты только оцениваемые ячейки. Неоцениваемые ячейки помечаются знаком "-"



и обрамляющей их скобкой. Оценивание ячеек можно выполнить в любом их сочетании.

Изменение активности ячеек достигается командой **Cell Active**. Активная ячейка помечается символом "A" и управляется кнопкой.

Инициализированная ячейка (устанавливается командой **Initialization Cell**) помечается в скобке знаком "/" и автоматически исполняется при загрузке текста.

Для объединения ряда ячеек в одну группу все ячейки выделяются, и исполняется команда **Group Cells**. При этом они обрамляются одной общей скобкой. Теперь можно объединенные в блок ячейки открывать и закрывать.

Команда **Ungroup Cells** разъединяет объединенные ячейки.

#### □ Подменю **Cell Grouping**.

Назначение подменю — группировка ячеек. По умолчанию выбран режим **Automatic Grouping**, по которому ячейки объединяются в соответствии с их стилями. Чтобы воспользоваться командами объединения и разъединения ячеек, необходимо выбрать команду **Manual Grouping**.

- Команда **Open All Subgroups** открывает все выделенные группы и подгруппы ячеек.
- Команда **Close All Subgroups** закрывает все выделенные группы и подгруппы ячеек.
- Команда **Open/Close Group** сокращает число ячеек в группе так, что видимой остается только первая ячейка.

Остальные команды меню **Cell** имеют следующие назначения:

- **Divide Cell (Shift+Ctrl+D)** — разделение сгруппированных ячеек;
- **Merge Cells (Shift+Ctrl+M)** — объединение выделенных ячеек;
- **Animate Selected Graphics (Ctrl+Y)** — анимация с графиком выделенной ячейки;
- **Play Sound** — воспроизведение синтезированного звука;
- **Rerender Graphics** — построение заново графиков;
- **Rerender and Safe Graphics** — построение заново графиков с последней записью;
- **Make Standard Size** — установка стандартного размера ячейки;
- **Align Selected Graphics** — выравнивание графиков;
- **Cell Size Statistics** — вывод статистики о размерах ячеек.

## 1.2.4. Меню *Format*

Меню **Format** содержит следующие команды.

Команда **Style**.

Служит для установки параметров текста (шрифт, размер символов, виды выделений и т. д.). Команда открывает подменю стандартных стилей, которые выбираются пользователем и реализуются системой.

Команда **Screen Style Environment**.

Эта команда предназначена для изменения формата текста на экране и имеет следующие установки:

- **Working** — стиль типичный;
- **Presentation** — презентационный стиль с увеличением размера символов;
- **Condensed** — уменьшенный размер символов (сжатый);
- **Printout** — стиль оптимальный для печати (принтерный).

Команда **Print Style Environment**.

Стиль предназначен для изменения формата текста при печати. Имеет те же установки, что и предыдущая команда.

Команда **Show Expression**.

Команда служит для показа выражений в стандартном и развернутом видах. При этом развернутый формат представляет собой внутренний формат типа программы на языке системы Mathematica.

Команда **Option Inspector**.

Команда выводит окно опций, дающее пользователю перечень всех опций программы и возможность их использования для обеспечения желаемого вида информации.

Команда **Remove Options**.

Команда убирает все опции, введенные пользователем, и восстанавливает начальное состояние системы.

Команды третьей, четвертой и пятой групп меню **Format**.

Эти команды предназначены для управления стилем документа. Они позволяют осуществить выбор стилей, устанавливать тип шрифта, начертание символов и их размер, устанавливать цвет текста и фона, осуществлять выравнивание текста по ширине и разбивку на строки.

Команды шестой группы команд меню **Format**.

Эти команды являются командами управления окном текста. К ним часто обращается пользователь.

Эти команды таковы:

- **Show Ruler** — отображение мерной линейки;
- **Show Toolbar** — вывод на экран панели инструментов;
- **Show Page Breaks** — показ линий разрыва страниц;
- **Magnification** — установка масштаба отображения текста экрана.

Для пользователя особо полезной является последняя команда. К ней часто приходится обращаться при работе с текстом, например, при сохранении текста, печати текста и т. д.

Нередко приходится обращаться также к команде вывода на экран панели инструментов.

### 1.2.5. Меню *Input*

Перечислим команды, входящие в меню **Input**.

#### Команда **Get Graphics Coordinate**.

Команда позволяет определять координаты любой точки двумерного графика. При исполнении данной команды появляется окно, объясняющее процедуры получения координат. Для этого необходимо: выделить двумерный график, нажать клавишу <Ctrl> и, удерживая ее, поместить в нужное место графика курсор. В строке состояний появятся координаты графика.

Таким способом можно получить семейство координат точек и с помощью команды **Copy** поместить их в буфер обмена. Теперь при необходимости точки можно вставить с помощью команды **Paste** в любое место текста документа.

#### Команда **3D View Point**.

Эта команда предназначена для вывода селектора точки обзора трехмерного графика.

#### Команда **Color Selector**.

Команда выводит стандартное окно изменения цвета. С помощью этого окна создаются цвета рисунков и заливки.

#### Команда **Record Sound**.

Команда выводит стандартное окно звукозаписи операционной системы Window. С помощью этой команды записываются звуковые сигналы речи и музыки в виде файлов.

#### Команда **Get File Path**.

Команда служит для вставки в документ имени файла с указанием пути к нему. При обращении к команде открывается окно загрузки файлов. После выбора нужного файла и щелчка мыши по кнопке **Open** файл будет вставлен в нужное место текста, отмеченное курсором.

### ❑ Команда **Create Table/Matrix/Palette**.

Команда служит для задания таблиц, матриц и палитр через главное меню.

При обращении к команде появляется окно задания таблиц, матриц и палитр (рис. 1.5). Командой целесообразно пользоваться в случае больших размеров таблиц и матриц. Команда фактически дублирует задание таблиц и матриц методами, описанными в *главе 5*.

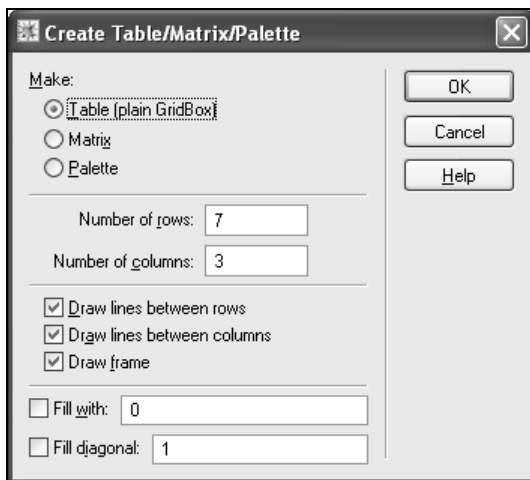


Рис. 1.5. Окно задания таблиц, матриц и палитр

### ❑ Команда **Create Button**.

Команда служит для создания кнопок различного назначения. При обращении к команде появляется подменю, содержащее такие кнопки.

### ❑ Команда **Edit Button**.

Команда служит для редактирования кнопок подменю, созданных командой **Create Button**. Команда выводит окно редактирования кнопок. В нем содержится перечень кнопок и новое окно с программой, создающей необходимую кнопку.

Процедуры создания и редактирования кнопок требуют знания программирования на языке системы Mathematica.

### ❑ Команда **Create Hyperlink**.

Команда предназначена для создания гиперссылок, которые реализуются следующим образом.

В строке ввода пишется короткая фраза. Слово или вся фраза выделяются, и исполняется команда **Create Hyperlink**. При этом открывается окно **От-**

**крытие файла.** Имя файла устанавливается в соответствующем поле окна или выбирается из окна поиска файлов, выводимого кнопкой обзора файлов. После нажатия кнопки **ОК** будет создана гиперссылка.

Команда **Create Automatic Numbering Object**.

Команда открывает окно создания объекта. Окно позволяет вывести перечень нумерованных объектов, которыми и можно воспользоваться.

Команда **Create Value Display Object**.

Команда выводит окно создания свойств объектов. Оно дает возможность осуществить вставку объектов с использованием опций.

Команды вставки содержимого ячеек.

В четвертом разделе меню **Input** имеются следующие три команды:

- **Copy Input from Above;**
- **Copy Output from Above;**
- **Start New Cell Below.**

Эти команды предназначены для вставки в текст содержимого предшествующих ячеек ввода и вывода или пустых ячеек.

Команда **Complete Selection**.

Команда предназначена для вывода списка имен всех функций ядра системы. Для этого необходимо ввести ключевое слово или его часть и исполнить данную команду.

Команда **Make Template**.

Команда выдает список параметров функции, в имени которой находится текстовый курсор. Например, если введено слово **Plot** и курсор находится в его области, то по команде **Make Template** получим ответ: `Plot[f, {x, xmin, xmax}]`. Из примера видно, что это превосходная справочная система по синтаксису функций ядра системы.

## 1.2.6. Меню *Kernel*

Меню **Kernel** предназначено для управления ядром системы Mathematica и, как следствие, процессом решения задач. Оно управляет действиями ячеек, вернее, их содержимым. Рассмотрим команды этого меню.

Подменю **Evaluation**.

Подменю **Evaluation** управляет процессом вычислений. Оно содержит следующие команды:

- **Evaluate Cells (Shift+Enter)** — вычисление выделенных ячеек;
- **Evaluate in Place (Shift+Ctrl+Enter)** — вычисление выделенных выражений в строке ввода;

- **Evaluate Next Input (Shift+Enter+ -)** — вычисление следующей строки ввода, расположенной под выделенной ячейкой;
- **Evaluate Subsection** — вычисление всех выделенных ячеек;
- **Evaluate Notebook** — вычисление всех выделенных ячеек сверху вниз;
- **Evaluate Initialization** — вычисление инициализированных ячеек без их выделения;
- **Enter Subsection** — запуск диалога работы с ядром;
- **Exit Subsection** — завершение работы с ядром.

Из краткого описания команд подменю **Evaluation** видно, что они существенно расширяют процедуры вычислений, выполняемых путем нажатия комбинации клавиш <Shift>+<Enter>.

Команда **Interrupt (Alt+.)**.

Команда предназначена для прерывания текущих вычислений. При ее исполнении задается вопрос: как прервать вычисления и сколько шагов вычисления еще нужно сделать. Команду можно отменить.

Команда **Abort (Alt+.)**.

Команда прекращения вычислений. Ее целесообразно использовать при зацикливании. Она выводит процесс вычислений из этого режима с сохранением данных и текущей программы.

Команды выбора ядра системы.

Команды выбора ядра системы находятся во втором пункте меню **Kernel**. Приведем их названия и содержание:

- **Start Kernel** — запуск выбранного ядра;
- **Quit Kernel** — завершение работы ядра;
- **Default Kernel** — выбор ядра, используемого по умолчанию;
- **Notebook Kernel Notebook** — выбор ядра для данного документа;
- **Kernel Configuration Options** — вывод окна установки свойств ядер.

Эти команды позволяют работать не только с установленным ядром системы, но также с другими ядрами, в том числе и подключаться через сеть.

Команды очевидны по их названию и вряд ли требуют подробных объяснений.

Команда **Show/In/Out Names**.

Эта команда предназначена для показа номеров строк ввода и вывода текста документа. Если возле команды стоит галочка, то номера строк будут показаны, в противном случае — нет.

Номера строк бывают полезными при вычислениях: система допускает математические операции с выражениями через номера строк.

Команда **All Output**.

Команда предназначена для удаления текста всех ячеек данного документа.

## 1.2.7. Меню *Find*

В меню **Find** находятся команды поиска и замены текстов. Они относятся к операциям редактирования.

Меню **Find** содержит три группы команд. Рассмотрим их назначение и содержание.

Первая группа команд.

В первую группу входят следующие команды поиска и замены фрагментов текста:

- **Find (Ctrl+F)** — поиск строк без их замены;
- **Enter Selection (Ctrl+E)** — ввод строки в окно поиска;
- **Find Next (F3)** — поиск по тексту вперед;
- **Find Previous (Shift+F3)** — поиск по тексту назад;
- **Find in Cell Tags** — поиск ячейки с заданной этикеткой (Tag);
- **Replace (Ctrl+R)** — замена строк;
- **Replace and Find Again (Shift+Ctrl+R)** — замена строк с продолжением поиска;
- **Replace All** — замена по всему тексту.

Все перечисленные операции выполняются с помощью специального окна. Технология поиска и замены достаточно проста и очевидна.

Вторая группа команд.

Во вторую группу меню **Find** входят следующие команды:

- **Open Selected** — открытие объектов, содержащих выделенные строки;
- **Scroll to Selection** — прокрутка текста до выделенной строки;
- **GoBack** — возврат назад после использования гиперссылки.

Действия этих команд очевидны.

Третья группа команд.

В третью группу меню **Find** входят следующие команды:

- **Add/Remove Cell Tags (Ctrl+J)**;
- **Cell Tags**;
- **Show Cell Tags**;

- **Cell Tags from Names;**
- **Mace Index.**

Эти команды обеспечивают работу с этикетками.

С помощью команды **Cell Tags** вызывается список этикеток. При выборе имени этикетки выделяются все ячейки, которые помечены этой этикеткой. При необходимости вставить этикетку в строку ввода следует воспользоваться командой **Add/Remove Cell Tags**.

С помощью этой команды можно также удалить этикетку, если она имеется в строке. Команда вызывает окно редактирования этикеток. Кнопка **Add** добавляет этикетку, а кнопка **Remove** — удаляет.

Команда **Cell Tags from Names** позволяет создавать этикетку по номеру ячейки.

Команда **Mace Index** сохраняет все этикетки текста в буфере.

## 1.2.8. Меню *Window*

Система Mathematica позволяет работать одновременно с несколькими окнами. Это бывает удобно, если обрабатываются или создаются одновременно несколько текстов.

Меню **Window** имеет следующие команды для работы с многооконной системой:

- Stacks Windows** — каскадное расположение окон;
- The Windows Wide** — мозаичное расположение окон по высоте;
- The Windows Tall** — мозаичное расположение окон по ширине;
- Messages** — вывод окна сообщений об ошибках.

С помощью этих команд можно управлять окнами: местом расположения, размером, сохранять их содержимое.

## 1.2.9. Меню *Help*

Обращение со справочной системой достаточно просто и очевидно. Управление системой осуществляется командами меню **Help**. Браузер справки вызывается командой **Help Browser (Shift+F1)**.

Справочная система позволяет:

- получить сведения обо всех командах главного меню;
- изучить правила записи и набора математических выражений;
- уточнить назначение любой функции или оператора;



- ознакомиться с примерами и приспособить их к интересам пользователя (примеры имеются по каждой функции);
- получить доступ к пакетам расширения;
- получить справку о системе Mathematica и фирме ее разработавшей;
- воспользоваться электронной книгой разработчика системы Стивена Вольф-рама (раздел справки **The Mathematica Book**).

Справку можно получить достаточно просто по имени функции или алфавитному указателю.

## Работа с электронной книгой

Электронная книга — превосходное учебное пособие по изучению системы Mathematica, особенно по ее применению в математических расчетах. Она является руководством для начинающих.

Книга содержит много формул, графиков, использует анимацию. Позволяет работать с примерами: редактировать и сразу получать новые результаты, переносить примеры в буфер обмена, внедрять результаты из буфера обмена в текст пользователя.

Особенностями книги являются: полнота, наглядность, простота поиска.

Однако не следует думать, что электронная книга является единственным квалифицированным учебным пособием по изучению системы Mathematica.

Любая электронная книга имеет ряд недостатков. Основными из них являются:

- для изучения системы требуется компьютер;
- вредна для здоровья при ее длительном использовании;
- содержит большое число страниц, поэтому необходимую справку трудно отыскать;
- методически, как правило, отработана хуже, чем обычный учебник.

По этим и ряду других причин электронная книга не может заменить обычный учебник и быть единственной обучающей системой.

Основное назначение электронной книги — получение справки в процессе решения задачи. Здесь она имеет приоритет по сравнению с обычной книгой, когда в процессе решения задачи крайне неудобно обращаться к книге.

В целом же обычная книга и справочная система (в том числе и электронная книга) в совокупности являются идеальной системой обучения.

Из изложенного видно, что изучение системы Mathematica не следует начинать с подробного изучения справочной системы и, в частности, с электронной книги.

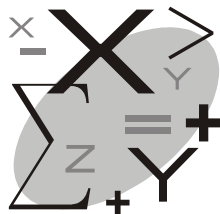
Не следует также подробно изучать интерфейс системы, в частности, огромный объем меню и его команд. Нужно лишь бегло прочитать нашу первую главу и

приступать к решению задач. В процессе решения будут, по мере необходимости, изучаться элементы диалога, уточняться функции и команды, изучаться компьютерные технологии решения задач.

Только так можно изучить систему Mathematica в полном ее объеме. При этом следует иметь в виду, что для этого потребуется много времени.

На практике инженеру, да и не только ему, приходится решать лишь определенный класс задач. В таких случаях освоение компьютерных технологий займет немного времени и окупится стократ полученными в короткое время результатами.

## ГЛАВА 2



# Основы работы с системой Mathematica в режиме вычислений

Для получения решения с высокой достоверностью необходимо знать:

- правила представления и ввода данных;
- функции математических операций;
- встроенные функции вычислений;
- компьютерные технологии решения математических задач.

При решении практических задач необходимо соблюдать следующие основные правила:

- не нужно решать задачу по принципу угадывания, нажимая без разбора клавиши или щелкая по кнопкам панели инструментов. Решая математическую задачу, необходимо первоначально думать, затем принимать решение и только потом нажимать клавиши;
- необходимо проверять достоверность полученных откликов в процессе решения задачи;
- стремиться понять методы и алгоритмы решения задачи;
- всегда анализировать полученный результат;
- если эти правила не соблюдать, то решение может и не последовать, более того, оно может существовать, но быть абсолютно неверным.

Следует также помнить, что, решая задачу методом угадывания, мы теряем время на получение ненужных вариантов.

## 2.1. Арифметические операторы, функции, константы

Система Mathematica имеет полный набор арифметических операторов, функций и констант. Рассмотрим их и приведем примеры.

## 2.1.1. Арифметические операторы

Арифметические операторы системы Mathematica приведены в табл. 2.1.

**Таблица 2.1.** Арифметические операторы системы Mathematica

Символ/ операция	Содержание	Примеры
+	Сложение	$3+5$ , $a+b$ , $\sin x + \cos x$
-	Вычитание	$5-3$ , $a-b$ , $\sin x - \cos x$
*	Умножение	$3*5$ , $a*b$ , $\sin x * \cos x$
/	Деление	$3/5$ , $a/b$ , $\sin x / \cos x$
^	Возведение в степень	$5^2$ , $a^3$ , $a^k$ , $(\sin x)^2$
<code>Sqrt[x]</code>	Извлечение квадратного корня	<code>Sqrt[2]</code> , <code>Sqrt[a+b]</code> , <code>Sqrt[e^x]</code>

Арифметические операции в системе Mathematica осуществляются над вещественными и комплексными числами, над списками типа вектор или матрица, над выражениями и функциями.

## 2.1.2. Арифметические функции

К арифметическим обычно относят следующие функции:

- выполнение арифметических операций над числами;
- определение делителей целых чисел;
- определение наименьшего общего кратного;
- вычисление факториалов;
- приведение вещественных чисел к ближайшим целым;
- получение простых чисел.

Рассмотрим основные из них.

### Функции выполнения арифметических операций

Система Mathematica имеет следующие функции выполнения арифметических операций:

- `Plus[x, y, ...]` — выполняет суммирование чисел  $x$ ,  $y$ , ...;
- `Times[x, y, ...]` — вычисляет произведение чисел  $x$ ,  $y$ , ...;