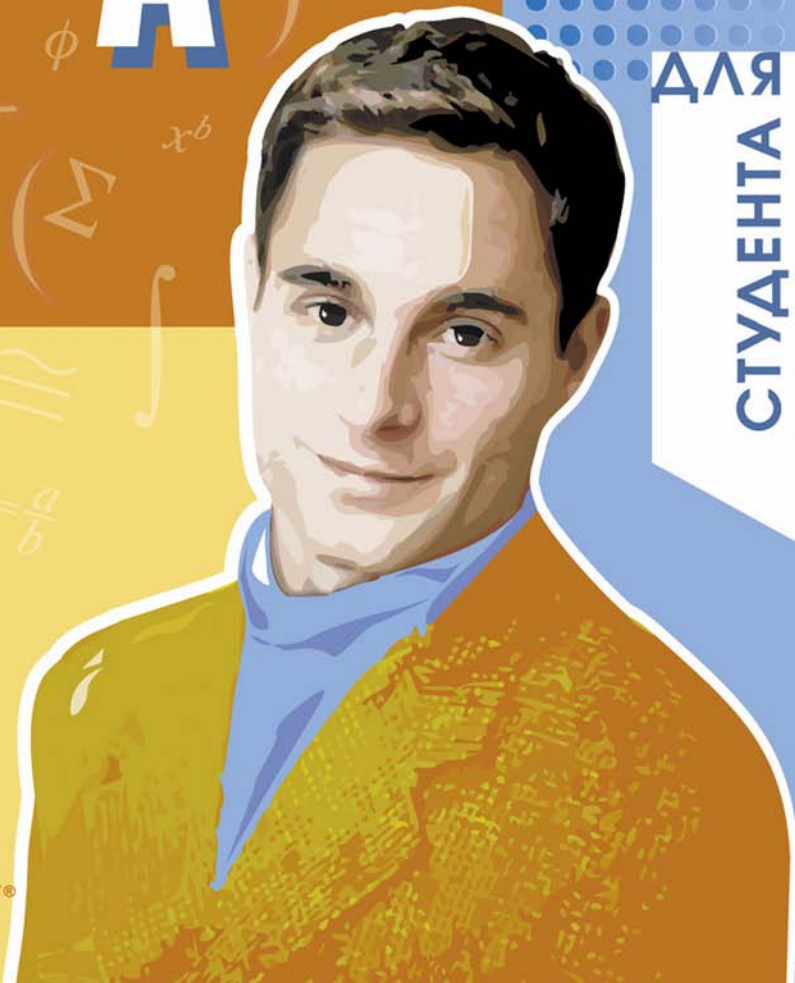


А. М. Половко  
И. В. Ганичев

# MATHCAD

ДЛЯ  
СТУДЕНТА



**А. М. Половко  
И. В. Ганичев**

# **МАТНСАД**

## **ДЛЯ СТУДЕНТА**

Санкт-Петербург  
«БХВ-Петербург»  
2006

УДК 681.3.06(075.8)  
ББК 32.973.26-018.2я73  
П52

**Половко А. М., Ганичев И. В.**

П52 Mathcad для студента. — СПб.: БХВ-Петербург, 2006. — 336 с.: ил.

ISBN 5-94157-596-3

Рассмотрены компьютерные технологии решения математических задач в популярной математической системе Mathcad. Изложены основы алгоритмизации, аналитические и численные методы решения математических и прикладных задач с описанием их достоинств и недостатков, комплексные задачи компьютерной алгебры. Приводятся примеры на каждый из методов и варианты задач для индивидуального обучения.

*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>Людмила Еремеевская</i>
Зав. редакцией	<i>Григорий Добин</i>
Редактор	<i>Нина Седых</i>
Компьютерная верстка	<i>Ольги Сергиенко</i>
Корректор	<i>Зинаида Дмитриева</i>
Дизайн серии	<i>Игоря Цырульниковца</i>
Оформление обложки	<i>Елены Беляевой</i>
Зав. производством	<i>Николай Тверских</i>

Лицензия ИД № 02429 от 24.07.00. Подписано в печать 09.12.05.

Формат 60×90<sup>1/16</sup>. Печать офсетная. Усл. печ. л. 21.

Тираж 3000 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

# Оглавление

Введение .....	9
----------------	---

<b>Глава 1. Основы диалога пользователя с системой Mathcad.....</b>	<b>13</b>
---	-----------

1.1. Главное окно системы .....	14
1.2. Главное меню системы .....	18
1.2.1. Меню <i>File</i> (Файл).....	25
1.2.2. Меню <i>Edit</i> (Правка) .....	29
1.2.3. Меню <i>View</i> (Вид).....	31
1.2.4. Меню <i>Insert</i> (Вставка) .....	36
1.2.5. Меню <i>Format</i> (Формат).....	45
1.2.6. Меню <i>Tools</i> (Инструменты) .....	47
1.2.7. Меню <i>Symbolics</i> (Символика).....	48
1.2.8. Меню <i>Window</i> (Окно).....	50
1.2.9. Меню <i>Help</i> (Справка) .....	51
1.2.10. Контекстное меню .....	52
1.3. Панели инструментов .....	54
1.3.1. Панель <i>Standard</i> (Стандартная).....	57
1.3.2. Панель <i>Formatting</i> (Форматирование).....	60
1.3.3. Панель <i>Math</i> (Математика).....	61
1.4. Основы диалога пользователя в Mathcad .....	64

<b>Глава 2. Элементарные вычисления в Mathcad.....</b>	<b>71</b>
--	-----------

2.1. Типы данных.....	72
2.2. Операторы и функции системы .....	75
2.2.1. Общие операторы ввода-вывода.....	75
2.2.2. Логические операторы.....	79
2.2.3. Арифметические операторы .....	79

2.2.4. Матричные операторы.....	80
2.2.5. Вычислительные операторы .....	81
2.2.6. Символьные операторы .....	81
2.3. Mathcad в роли калькулятора .....	86
2.4. Вычисление элементарных функций.....	89
2.5. Вычисление специальных функций.....	90
2.6. Образование и вычисление функций пользователя .....	91

### **Глава 3. Специальные вычисления и преобразования математических функций..... 93**

3.1. Вычисление производных .....	93
3.2. Табулирование функции.....	98
3.3. Вычисление суммы ряда чисел .....	101
3.4. Вычисление произведения ряда чисел .....	105
3.5. Вычисление пределов .....	106
3.6. Разложение функции в степенной ряд.....	109

### **Глава 4. Компьютерные технологии решения математических задач ..... 117**

4.1. Особенности компьютерных технологий решения задач.....	117
4.2. Сущность компьютерных технологий решения задач.....	120
4.2.1. Постановка задачи .....	120
4.2.2. Разработка алгоритма решения задачи .....	124
4.2.3. Выбор универсального программного средства компьютерной алгебры .....	125
4.2.4. Программирование .....	130
4.2.5. Проверка достоверности решения задачи.....	131
Метод подстановки.....	131
Метод табулирования .....	133
Метод визуализации вычислений.....	134
Метод вычисления погрешностей.....	134

### **Глава 5. Компьютерные технологии символьных вычислений ..... 135**

5.1. Символьные вычисления в Mathcad .....	135
5.2. Символьные вычисления в командном режиме .....	137
5.2.1. Упрощение символьных выражений.....	137
Команда <i>Evaluate</i> ( <i>Вычислить</i> ) .....	138
Команда <i>Simplify</i> ( <i>Упростить</i> ).....	138
Команда <i>Expand</i> ( <i>Разложить</i> ) .....	139

Команда <i>Factor</i> (Разложить на множители) .....	140
Команда <i>Collect</i> (Привести подобные).....	141
Команда <i>Polynomial Coefficients</i> (Коэффициенты полинома) .....	142
5.2.2. Символьные операции с выражениями.....	144
Команда <i>Substitute</i> (Замена переменной).....	145
Команда <i>Convert to Partial Fraction</i> (Разложение на правильные дроби).....	145
5.2.3. Символьные интегральные преобразования.....	147
5.2.4. Символьные преобразования матриц.....	150
5.2.5. Символьные вычисления при анализе функционирования сложной системы .....	151
<b>Глава 6. Алгебра векторов и матриц .....</b>	<b>161</b>
6.1. Образование векторов и матриц .....	161
6.2. Алгебра векторов .....	163
6.2.1. Преобразование векторов.....	163
6.2.2. Математические операции над векторами.....	167
6.3. Алгебра матриц .....	169
6.3.1. Математические операции над матрицами.....	169
6.3.2. Матричные функции и операторы.....	171
<b>Глава 7. Визуализация вычислений.....</b>	<b>177</b>
7.1. Способы представления функций.....	177
7.2. Случаи необходимости графического представления функции при компьютерных технологиях решения задач .....	181
7.3. Двумерная графика .....	183
7.4. Трехмерная графика.....	190
<b>Глава 8. Компьютерные технологии решения уравнений... 197</b>	
8.1. Численные методы решения алгебраических и трансцендентных уравнений.....	198
8.1.1. Метод дихотомии (половинного деления).....	199
8.1.2. Метод хорд .....	199
8.1.3. Метод касательных .....	201
8.1.4. Комбинированный метод (метод хорд и касательных) .....	203
8.1.5. Метод итераций.....	204
8.2. Методы решения систем алгебраических уравнений .....	207
8.2.1. Решение систем линейных алгебраических уравнений.....	207
Выбор начальных приближений .....	211

Условия сходимости итерационного процесса .....	211
Признак окончания вычислений .....	212
8.2.2. Алгоритмы метода итерации .....	213
8.2.3. Сравнительная оценка точных и итерационных методов.....	214
8.3. Компьютерные технологии решения алгебраических и трансцендентных уравнений .....	215
8.3.1. Решение уравнений с помощью функции <i>root</i> .....	216
8.3.2. Определение корней многочлена .....	219
8.3.3. Определение корней алгебраических и трансцендентных уравнений с помощью функции <i>Find</i> .....	222
8.3.4. Решение алгебраических и трансцендентных уравнений в символьном виде .....	223
8.4. Решение систем уравнений. Компьютерные технологии .....	230
8.4.1. Функция <i>Isolve</i> .....	230
8.4.2. Функция <i>Find</i> .....	233
8.5. Варианты уравнений для индивидуальных заданий .....	235
8.5.1. Варианты уравнений для решения аналитическими методами .....	235
8.5.2. Варианты алгебраических и трансцендентных уравнений для решения численными методами .....	239
8.5.3. Варианты систем линейных алгебраических уравнений .....	241
8.5.4. Варианты систем нелинейных алгебраических уравнений ..	241
8.6. Решение дифференциальных уравнений .....	246
8.6.1. Приближенные аналитические методы решения дифференциальных уравнений .....	246
Формулировка задачи .....	246
Метод последовательного дифференцирования .....	247
Метод неопределенных коэффициентов .....	248
Метод последовательных приближений .....	249
8.6.2. Численные методы решения дифференциальных уравнений .....	250
Метод Эйлера .....	250
Усовершенствованные методы Эйлера .....	251
Метод Рунге—Кутты .....	253
8.7. Компьютерные технологии решения дифференциальных уравнений .....	255
8.7.1. Компьютерные технологии решения дифференциального уравнения $n$ -го порядка .....	255
8.7.2. Решение систем дифференциальных уравнений .....	257
Функция <i>rkfixed</i> .....	257
Функция <i>Bulstoer</i> .....	262

Функция <i>Rkadapt</i> .....	264
Функция <i>rkadapt</i> .....	265
<b>Глава 9. Вычисление интегралов .....</b>	<b>267</b>
9.1. Вычисление неопределенного интеграла.....	268
9.2. Вычисление определенных интегралов.....	272
9.2.1. Методы и алгоритмы вычисления интегралов.....	272
9.2.2. Компьютерные технологии вычисления интегралов в системе Mathcad.....	274
9.3. Вычисление кратных интегралов.....	276
9.4. Вычисление несобственных интегралов .....	278
9.5. Примеры вычислений интегралов .....	279
<b>Глава 10. Решение задач интерполяции .....</b>	<b>287</b>
10.1. Виды и этапы компьютерных технологий интерполяции .....	287
10.1.1. Выбор вида функции интерполяции.....	290
10.1.2. Определение коэффициентов функции интерполяции.....	294
10.1.3. Определение адекватности функции интерполяции.....	295
10.2. Компьютерные технологии решения задач интерполяции в системе Mathcad .....	296
10.2.1. Интерполяция, точная в узлах. Универсальный метод.....	296
10.2.2. Кусочно-линейная интерполяция .....	302
10.2.3. Сплайн-интерполяция.....	303
10.3. Компьютерные технологии решения задач интерполяции, приближенной в узлах (аппроксимации) .....	305
10.3.1. Линейная аппроксимация.....	306
10.3.2. Полиномиальная аппроксимация .....	310
10.3.3. Аппроксимация линейной комбинацией функций.....	312
10.3.4. Аппроксимация нелинейными функциями.....	315
<b>Глава 11. Комплексные задачи компьютерной алгебры .....</b>	<b>317</b>
<b>Список литературы .....</b>	<b>335</b>



# Введение

Наступила эра применения компьютера для решения математических задач — эра использования универсальных систем символьной математики, не требующих программирования и позволяющих выполнять символьные вычисления, существенно расширяющие возможности компьютерной алгебры. Сейчас стало возможно:

- ◆ получать решение задачи в виде формулы;
- ◆ доказывать теоремы;
- ◆ выполнять любые преобразования над математическими выражениями.

Появление систем компьютерной алгебры оказало существенное влияние на методику преподавания естественно-научных дисциплин вузов. Упражнения, лабораторные работы, домашние задания, курсовое и дипломное проектирование стали немыслимы без применения универсальных программных средств символьной математики.

Следует при этом иметь в виду, что эффективное использование систем компьютерной алгебры невозможно без хороших знаний компьютерных технологий решения математических задач.

Особенности решения математических задач с помощью универсальных программных средств символьной математики состоят в следующем:

- ◆ алгоритм и методы решения задачи пользователю неизвестны;
- ◆ проверка корректности постановки задачи системой не осуществляется;
- ◆ причина отсутствия решения пользователю в большинстве случаев неизвестна;
- ◆ проверка правильности решения задачи системой не осуществляется.

Эти особенности необходимо учитывать при разработке компьютерных технологий решения задач.

Существует много хороших книг, справочников и учебных пособий для преподавателей, аспирантов и студентов, в которых подробно излагаются универсальные математические системы, такие как Mathematica, Maple, Derive, Mathcad, Matlab и др.

Mathcad одна из наиболее популярных математических систем. Она содержит:

- ◆ математический процессор для численных и символьных вычислений;
- ◆ текстовый, формульный и графический редакторы;
- ◆ возможности интерактивной работы с документами;
- ◆ возможности диалога с другими математическими системами;
- ◆ уникальную графическую систему.

Mathcad имеет простой интерфейс и входной язык математических символов, а также отличается простотой технологий решения математических задач.

Описание Mathcad в полном объеме изложено в приведенном списке литературы. Однако компьютерные технологии решения математических задач в ряде случаев изложены поверхностно. Создается впечатление, что авторы считают компьютерными технологиями встроенные функции и команды. Это далеко не так.

Можно хорошо знать соответствующие функции и команды, свободно владеть компьютером и не решить даже простую задачу.

Компьютерные технологии решения математических задач начинаются с постановки задачи и включают в себя:

- ◆ выбор метода решения задачи;
- ◆ подбор функций и команд, реализующих выбранный метод;
- ◆ процедуры решения задачи;
- ◆ проверку достоверности откликов.

Данная книга посвящена изложению компьютерных технологий решения математических задач в среде Mathcad. Ее особенностями являются:

- ◆ полнота и одновременно лаконичность изложения компьютерных технологий решения математических задач;
- ◆ большое количество примеров, практически на каждый из методов;
- ◆ наличие задач, которые могут быть индивидуальными заданиями студентам для упражнений, при выполнении домашних заданий и лабораторных работ;
- ◆ ориентация на доступное освоение последних версий англоязычных пакетов Mathcad, независимо от стадии изучения комплекса вузовских дисциплин, включая информатику, иностранный язык, математику;
- ◆ практическая пригодность описанных компьютерных технологий решения математических задач для всех последних версий систем Mathcad.

Авторы проверили решение всех задач на версиях от 8/2000 и выше вплоть до 12.

Эти особенности выгодно отличают данную книгу от других объемных книг, посвященных изучению системы Mathcad и компьютерных технологий решения математических задач, и, безусловно, книга удовлетворит преподавателей, аспирантов и студентов вузов по содержанию и цене.

Не следует только думать, что содержание книги ограничено студенческими программами, а потому упрощено и примитивно. Это далеко не так.

Компьютерные технологии решения математических задач в среде Mathcad изложены в книге в большинстве случаев в том же объеме (а в ряде случаев и в большем), что и в книгах, в которых Mathcad описывается в полном объеме.


Она будет полезна всем, кто по роду своей деятельности должен решать математические задачи.

# ГЛАВА 1



## Основы диалога пользователя с системой Mathcad

В данной главе приводятся начальные сведения для быстрой подготовки начинающего пользователя к эффективной работе в англоязычной среде Mathcad 12.

Система Mathcad обладает понятным и графически развитым интерфейсом. При дальнейшем знакомстве с интерфейсом Mathcad путем перемещения указателя (курсора)  мыши над объектами рекомендуем:

- ◆ отмечать для себя все видимые сообщения и изменения рабочего пространства;
- ◆ активно ставить собственные эксперименты;
- ◆ щелчком левой и правой кнопок мыши выделять объекты для последующего самостоятельного систематического исследования их свойств;
- ◆ обращать внимание на переводы команд основного меню.

Но перевод не всегда дословный. Особенно когда одно обозначение в оригинале отражает разные понятия, принимается функциональная трактовка названия команды. Необходимость образно и кратко выразить возможности элементов интерфейса приводит к отступлению от буквального перевода, что часто проявляется и

в авторских различных трактовках русификаций предыдущих версий пакета.

## 1.1. Главное окно системы

Главное окно системы показано на рис. 1.1. В результате настроек оно может приобрести вид, удобный для конкретной работы пользователя. Основные видимые элементы окна выделены цифрами от 1 до 11.

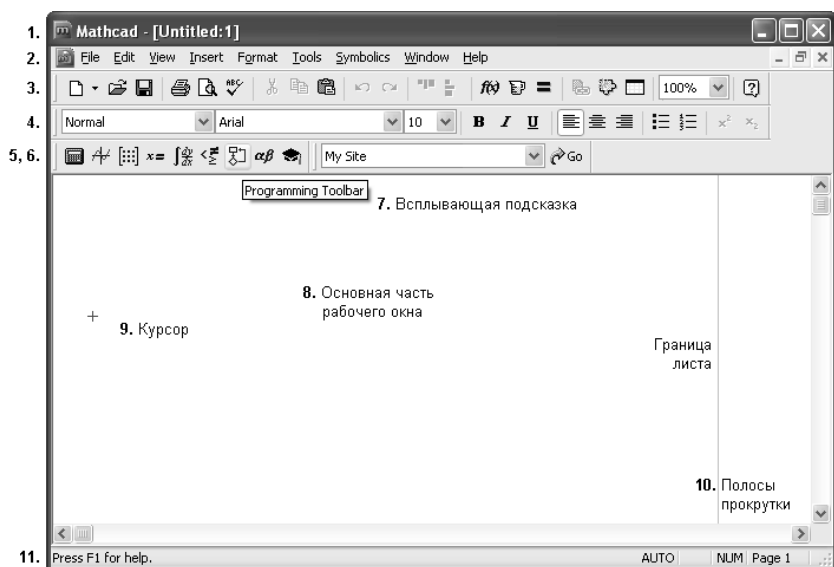








Рис. 1.1. Главное окно системы и элементы интерфейса

Верхняя строка (1) окна включает заголовок с именем открытого документа, кнопки    свертывания, развертывания и закрытия документа.

В строке (2) находится главное меню системы, предоставляющее доступ ко всем функциям и командам программы. В правом углу находятся кнопки управления    с открытым активным окном документа.

Далее располагаются следующие инструментальные панели (3—6):

- ◆ **Standard** — стандартная панель инструментов (3);
- ◆ **Formatting** — панель форматирования (4);
- ◆ **Math** — панель математики (5);
- ◆ **Resources** — панель ресурсов (6).

Самой используемой является панель **Math** с девятью кнопками вывода панелей (палитр) с командами соответствующей тематики.

Весь инструментарий подвижен и может быть размещен даже за рамками окна.

При открытии *Mathcad* в очередном сеансе инструментарий оказывается в том же месте, как он был позиционирован перед окончанием предшествующего сеанса работы.

Кнопки инструментов имеют систему всплывающих подсказок (7).

Основная часть рабочего окна (8) отводится под область ввода математических выражений, поясняющего текста, графиков и таблиц, наглядно представляющих результаты и исходные данные.

На экране постоянно располагается небольшой курсор (9) начала области ввода математического выражения или текста. Он имеет вид красного крестика (+).

Следует особо отметить наличие видимой тонкой вертикальной линии в правой части окна — границы листа, за которой начинается другой лист.

Внизу и справа окно окаймлено полосами или линейками горизонтальной и вертикальной прокрутки (10).

Предупредительная пунктирная линия нижней границы листа появляется при вертикальной прокрутке окна. Нижняя граница считается "мягкой" в отличие от боковой границы. При наложении на нее любого объекта *Mathcad* она может быть сдвинута по специальной команде.

Нижняя строка состояний (11) отображает важную информацию — оперативную справку о работе с объектами Mathcad в контексте складывающейся ситуации.

В окне могут быть размещены разные объекты Mathcad (рис. 1.2).

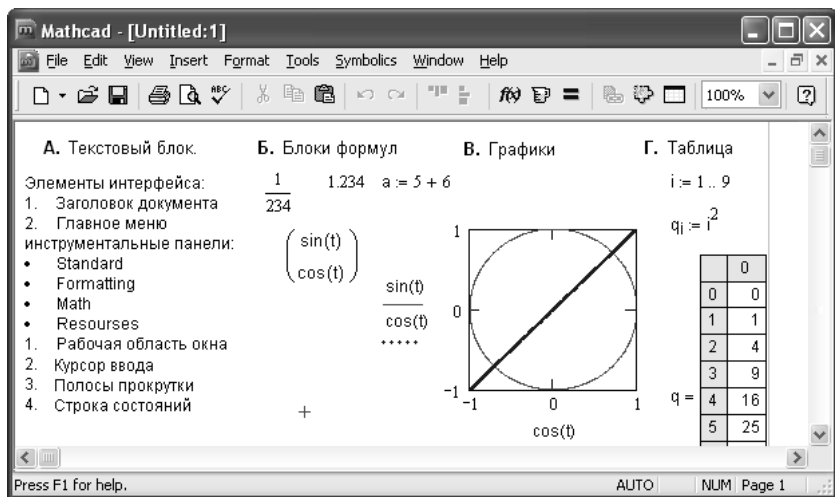


Рис. 1.2. Основные объекты Mathcad

Пользователь после приобретения даже небольшого опыта заметит способность интерфейса предлагать помощь и информацию о том, как надо действовать. Пониманию логики и динамики работы в среде Mathcad способствует систематическое изучение меню как ведущего элемента интерфейса.

Поставим довольно легкий в первой своей части эксперимент (реализуемый с помощью клавиатуры по заданию на рис. 1.3), но поручим читателю самостоятельно найти на панели **Math** и вывести в рабочее окно палитры **Evaluation** и **Calculator**, а также провести численные расчеты.

Шаблоны с черными прямоугольниками маркеров — первое, что бросается в глаза на левом поле рисунка (на рисунке они дополнительно выделены цветом). Шаблоны операций заполняются операндами — числами, переменными, составными выражениями. Вводятся операнды в позиционные указатели-маркеры.



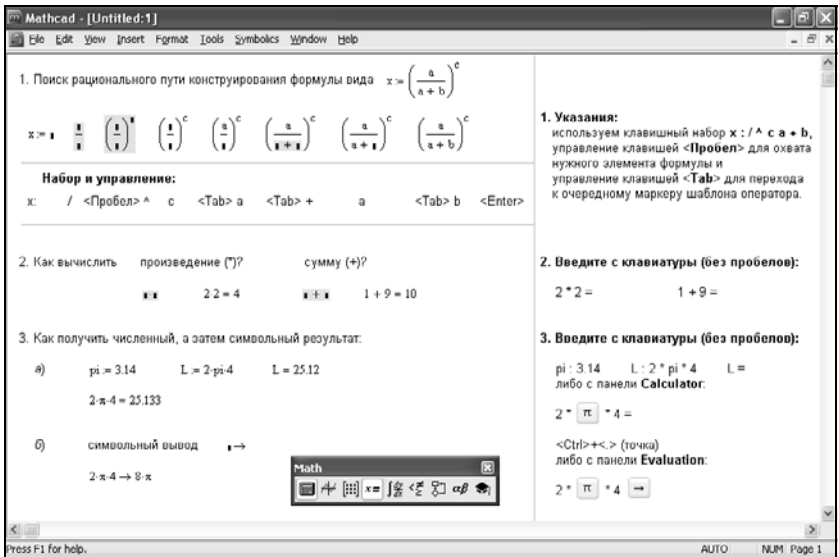


Рис. 1.3. Пример ввода формул и элементарных вычислений

При вводе и редактировании документа курсор состоит из двух элементов — вертикального и горизонтального отрезков синего цвета. Вертикальный отрезок показывает место ввода или редактирования, горизонтальный — протяженность вводимого элемента выражения. Показательно, что при вводе числа угловой курсор всегда охватывает его полностью как единый элемент, по мере ввода очередных разрядов увеличивается длина нижней черты курсора. Такой курсор можно назвать правым угловым указателем, при необходимости перейти к левому угловому указателю используется клавиша <Insert>.

При вводе очередной операции надо всегда творчески осмысливать ситуацию, учитывая естественный приоритет операций и скобки в заданном выражении, меняющие этот приоритет.

Особо отметим роль клавиши <Пробел> при конструировании сложных математических выражений. Действие операций в соответствии с исходной формулой часто распространяется на подвыражение: перед указанием самой операции его надо охватить курсором (распространить на него нижнюю черту-подчеркивание

курсора), многократно используя клавишу <Пробел>. Характерно, что скобки в большинстве ситуаций расставляются автоматически, и к этому надо привыкнуть. Примером является фрагмент управления, представленный на рис. 1.3. При наборе в этом задании клавиш <Пробел> и <^> появляются скобки перед вводом следующего символа (в данном случае им является первая переменная).

Можно убедиться в том, что для уверенной работы, по крайней мере, надо знать, где расположены те или иные команды, как вводить математические операции, в какой форме показать результат.

Это особо важно для рационального использования интерфейса, управления режимами вычислений и способами представления результатов.

## 1.2. Главное меню системы

Главное меню системы представлено во второй строке под заголовком документа главного окна (рис. 1.4). При наведении указателя мыши и перемещении его вдоль меню от **File** (Файл) до **Help** (Справка) последовательно выделяются заголовки или пункты меню.

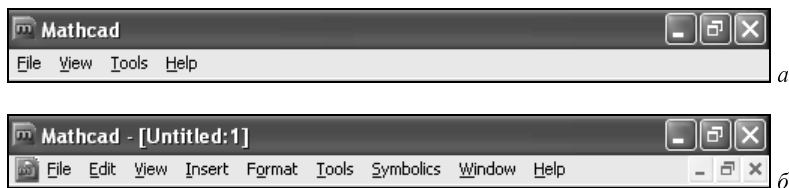


Рис. 1.4. Главное меню системы: при отсутствии открытых документов (а), при работе с документом (б)

Каждый пункт главного меню при нажатии на него открывает собственное меню следующего уровня (подменю). В последнем сосредоточены команды, сходные по общности действий или по направленности на тот или иной объект. Внутри каждого подменю команды Mathcad в зависимости от вида воздействия на

управляемые объекты разбиты на подгруппы, что отмечено линиями-разделителями.

При отсутствии открытого документа в среде Mathcad список пунктов главного меню сокращается до четырех (рис. 1.4, а). Для приведения меню к такому виду закройте активный документ крайней правой кнопкой управления в строке главного меню. Рассмотрим список действующих команд в данном режиме. На рис. 1.5, а—г показаны поочередно раскрывающиеся подменю. На самом деле в системе одновременно все списки увидеть нельзя.

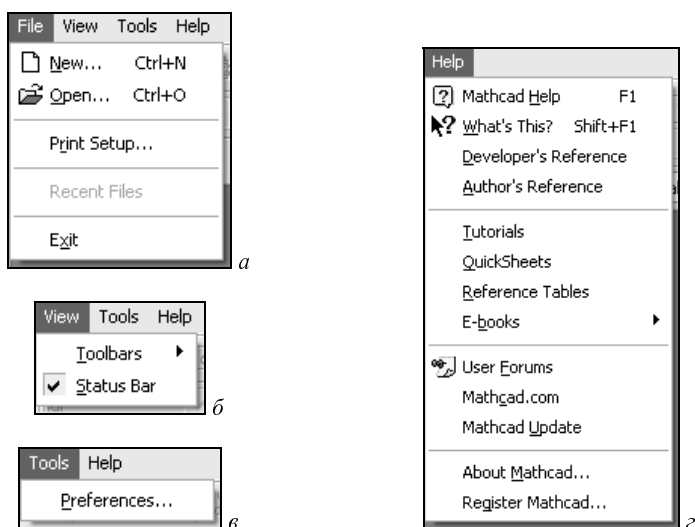


Рис. 1.5. Сокращенный состав меню при отсутствии открытого документа

В дальнейшем при работе в конкретных ситуациях отдельные команды могут оказаться недоступными, их названия будут выделены серым цветом.

Проведем предварительную несложную настройку окружения среды.

Вместо пункта **Recent Files** (Недавние файлы) меню **File** (рис. 1.5, а) размещается список использованных файлов, задать длину которого от 0 до 9 можно по команде **Preferences** (На-

стройки) меню **Tools** (Инструменты). Окно **Preferences** с вкладкой **General** (Общие) продемонстрировано на рис. 1.6, *а*.

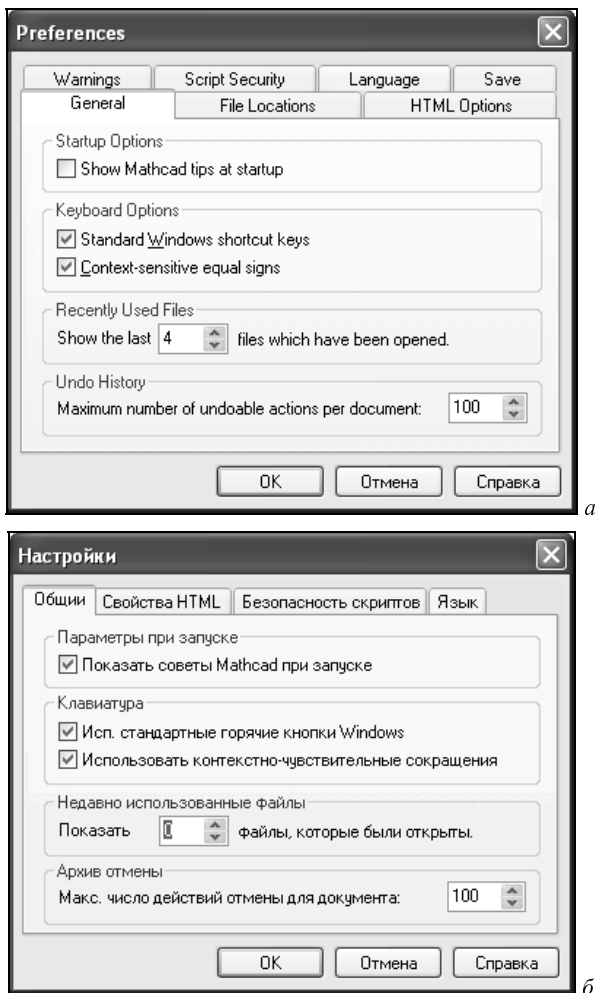


Рис. 1.6. Вид вкладки **General** окна **Preferences** в англоязычной (*а*) и в русифицированной (*б*) системах

Для более легкого понимания настроек на вкладке **General** параллельно на рис. 1.6, *б* приведен фрагмент аналогичной вкладки

русифицированного пакета Mathcad 11. Обратите внимание на счетчик **Show the last files which have been opened** (Показать последние файлы, которые были открыты). Задание нуля в счетчике поможет очистить список **Recent Files**.

Общий вид и различия окон на рис. 1.6, *a* и *б* свидетельствуют о существенном прогрессе при переходе на новую версию Mathcad.

Практика показала, что эффективнее сразу изучать пакет на языке оригинала, чем дожидаться русификации, которая, как правило, запаздывает и не во всем удачна и точна, т. к. перевод часто носит механический характер.

Командную логику работы все же легче воспринимать на родном языке.

Для понимания того, как устроен и какие функциональные возможности имеет интерфейс, будем устанавливать логические и смысловые связи между его элементами. Лишний упор на точность перевода порой этому только вредит.

Не ограничиваясь принятой нормой представления перевода в разрозненных текстовых абзацах, сконцентрируем перевод в едином блоке, как основу восприятия функциональных отношений команд во время изучения вида, структуры и функций интерфейса.

В книге переводы расположены параллельно меню на стилизованных развернутых "свитках", которые символически едва намечены на рисунках. Их расположение с левой стороны не закрывает основную часть рисунка. Взгляд человека, как правило, автоматически скользит по меню и задерживается на том объекте, где сосредоточена новая, неизвестная и крайне необходимая информация. Переводы же остаются под прицелом периферийного зрения.

Сведение переводов в одно место призвано помочь пользователю как эффективное средство лингвистической поддержки.

Подменю всегда фиксирует некую реальную контекстную доступность команд. Если команда недоступна, то ее название в списке затенено.

Так как в любой иллюстрации интерфейса очень много определяющих (и неизвестных еще читателю) параметров, то их полное описание потребовало бы расстановки перекрестных ссылок, заняло бы много места, что уместно лишь в энциклопедиях. Мы думаем, что пользователь Mathcad после освоения вводных глав на компьютере сам по своей инициативе способен будет ставить интересные эксперименты и решать собственные задачи, делать для себя небольшие открытия.

При составлении директивы и в ее нотации команды отделены вертикальной чертой. Она отражает последовательность и характер действий.

Пример записи директивы — **File | New** (Файл | Новый).

Щелкнув на указанном заголовке главного меню, можно увидеть развернутое соответствующее подменю и, продвигая указатель мыши вниз до нужного пункта, щелкнуть мышью еще раз. В процессе перемещения можно удерживать кнопку мыши нажатой, но тогда при достижении нужного пункта надо ее отпустить.

Вид первых команд двух наиболее характерных пунктов основного меню показан на рис. 1.7.

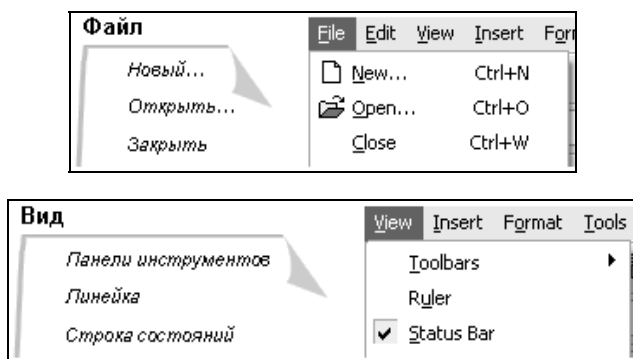


Рис. 1.7. Знакомство со структурой подменю

Восприятие структуры каждой записи меню облегчит в дальнейшем внимательному пользователю выбор собственного удобного для него варианта доступа к командам.

В табл. 1.1 раскрыта очередность указаний важнейших элементов интерфейса, примеры взяты из приведенных на рис. 1.7 первых строк меню **File** и **View**.

**Таблица 1.1.** Позиционный состав записи команды в меню

№ позиции Состав Пример №	(1) Пиктограмма	(2) Имя команды	(3) Сопутствующий признак	(4) "Горячие" клавиши
1		<u>N</u> ew	...	Ctrl + N
2	(нет)	<u>T</u> oolbars	▶	(нет)

В строчной записи каждой команды выделены основные фрагменты. Многим командам сопутствует их символический образ — пиктограмма.

Бросается в глаза подчеркивание одной из букв имени команды. По выделенной подчеркиванием букве команда легко инициируется в клавиатурном варианте вызова.

Другой вариант определяется набором особых "горячих" клавиш, которые указаны только для часто используемых команд.

Таким образом, можно выделить следующие четыре потенциально возможных варианта вызова команды, предоставляемые средой:


- ◆ с помощью кнопок-пиктограмм на панели инструментов — нажатием мышью на кнопке (например, );
- ◆ навигацией (передвижением) по пунктам меню — при помощи мыши;
- ◆ нажатием подчеркнутых букв-клавиш;
- ◆ нажатием "горячих" клавиш, предусмотренных, как и пиктограммы, только для отдельных часто используемых команд.

Схема набора по подчеркнутым буквам использует свойство клавиши <Alt> активизировать главное меню, известное по многим программным средам. При нажатии на нее появляется подчерки-

вание единственной уникальной буквы в каждом заголовке главного меню, а последующим нажатием на интересующую подчеркнутую букву-клавишу открывается подменю. Нажатие третьей клавиши с подчеркнутой буквой из названия нужной команды подменю инициирует ее исполнение (возможно, потребуется задание уточняющих опций или выход на еще одно дополнительное вертикальное меню).

Например, в пункте меню **File** выделена буква F. Именно она является ключом доступа к команде **Print**. Нажатие клавиши <P> открывает диалоговое окно задания опций печати. Общая директива записывается сокращенно в форме <Alt>+<F>, <P>. Причем набор клавиш по этой схеме сугубо последовательный. Таким образом, эффект управления достигается в основном всего за три нажатия упомянутых клавиш.

Этот метод удобнее всего реализовать при условии достаточно большой практики в скоростной работе на клавиатуре, когда переход к управлению мышью означает резкое снижение скорости.

Клавиатурное управление всегда самое оперативное, поэтому изучайте меню, непосредственно работая на компьютере.

Первый вариант вызова команды предусматривает действия с панелями инструментов, где сосредоточены кнопки-пиктограммы. Их применение совместно с получением навыков работы по функционально различным меню наиболее целесообразно.

Второй и третий варианты вызовов ориентированы больше всего непосредственно на систему меню, они самые универсальные, действуют почти для всех команд. Они реализуют соответственно альтернативные способы управления: мышью или клавиатурой.

Четвертый вариант также противостоит навигации по системе меню, используя быстрый клавиатурный вызов команды.

Сопутствующие признаки (знак многоточия ... и знак стилизованной стрелки ►) наглядно свидетельствуют о продолжении диалога с указанием опций команды или о концентрации терминальных команд на отдельных панелях. Доступ к последним проходит через дополнительное подменю.



Диалог наиболее характерен для завершения команд. Например, в перечне команд меню **File** только три из них (**Close**, **Save** и **Print Preview**) не имеют диалогового завершения.

Таким образом, строка заголовков главного меню — только видимая часть универсального средства доступа к командам Mathcad и кладезь информации о способах управления.

Директивная цепочка слов, которая может быть достаточно длинной, включает:

- ◆ пункт меню (заголовок);
- ◆ пункт подменю;
- ◆ опции команды, необходимые для завершения конкретного этапа работы (иногда с указанием вкладки диалогового окна и поля, в котором устанавливается опция).

Формально работа с клавиатурным вариантом управления  $\langle \text{Alt} \rangle + \langle \text{буква} \rangle$ , затем вторая  $\langle \text{буква} \rangle$  может завершиться обращением к еще одной клавише при наличии символа  $\blacktriangleright$  в директивной цепочке. Так, например, складывается ситуация при открытии математической палитры команд —  $\langle \text{Alt} \rangle + \langle \text{V} \rangle$ ,  $\langle \text{T} \rangle$ ,  $\langle \text{M} \rangle$ . Данный вариант показывает всю архаичность этого способа, потребность в таком вызове на практике низка (но потенциально возможна).

Проведем общий обзор пунктов главного меню, ориентируясь на компоновку команд в границах разделителей и содержательные по своей сути переводы команд, что позволит осмыслить разностороннее назначение каждого компонента меню.

### 1.2.1. Меню **File** (Файл)

Команды меню **File** (Файл) выполняют обычные функции, известные для многих программных сред.

Меню включает команды, связанные со следующими действиями:

- ◆ создание, открытие и закрытие файлов с документами;
- ◆ сохранение файлов;
- ◆ пересылка по электронной почте;

- ◆ распечатка документов на принтере или в файл печати;
- ◆ указание наиболее общих свойств и данных о документе.

В списке меню разделителями отмечены 5 групп команд (рис. 1.8).

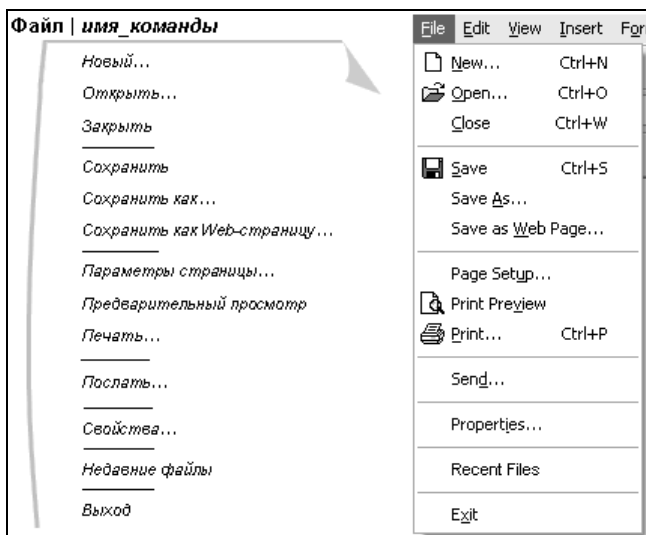


Рис. 1.8. Команды меню **File**

В *первой группе* сосредоточены команды:

- ◆ **New** (Новый) — создание нового документа;
- ◆ **Open** (Открыть) — открытие ранее созданного и сохраненного файла;
- ◆ **Close** (Закреть) — закрытие файла.

В случаях закрытия редактируемого документа предусмотрено появление диалогового окна (рис. 1.9) с вопросом **Save changes to имя\_файла?** (Сохранить изменения в файле?). Пользователю надо указать, сохранять или нет документ с введенными изменениями.

Команды *второй группы* позволяют:

- ◆ **Save** (Сохранить) — сохранить ранее созданный документ;

- ◆ **Save As** (Сохранить как) — сохранить документ в файле в заданном месте на диске;
- ◆ **Save as Web Page** (Сохранить как Web-страницу) — подготовить Web-страницу, задавая в диалоговом окне **Save as Web Page Options** (Настройки для сохранения как Web-страницу) опцию предварительного просмотра с помощью браузера (рис. 1.10).

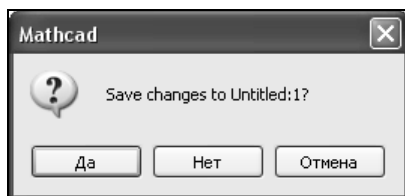


Рис. 1.9. Продолжение в диалоговом окне команды **Close**

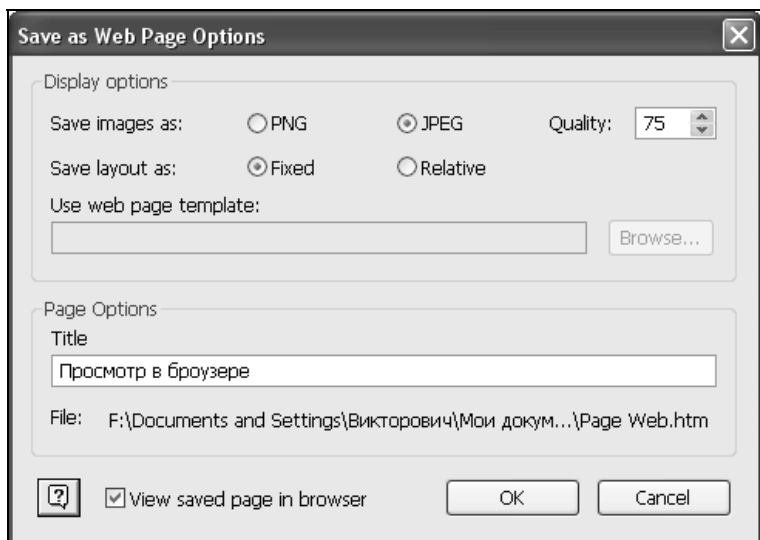
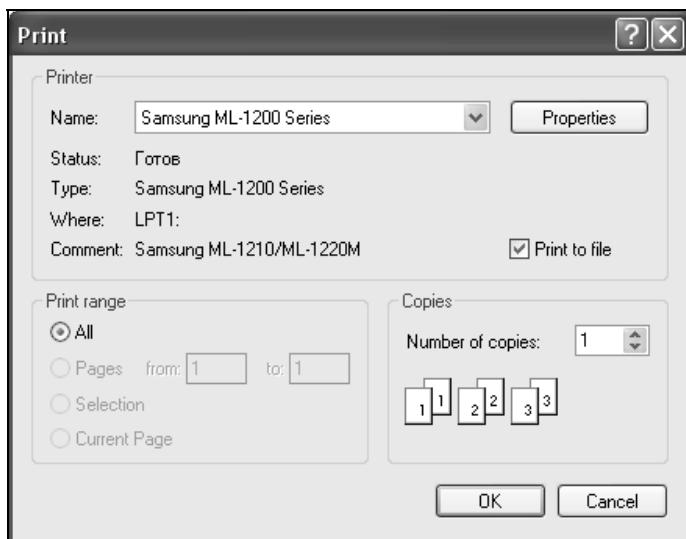


Рис. 1.10. Диалоговое окно **Save as Web Page Options** для сохранения документа как Web-страницы

*Третья группа* команд обеспечивает стандартные действия для большинства программных сред по подготовке и печати доку-

мента на бумаге с предварительной настройкой листа **Page Setup** (Параметры страницы), **Print Preview** (Предварительный просмотр), **Print** (Печать) или сохранения копии в файл (рис. 1.11).

*Четвертая и пятая группы* представлены единственными командами **Send** (Послать) и **Properties** (Свойства) соответственно. Они обеспечивают отправку активного документа по электронной почте и указание метаданных файла-документа соответственно.



**Рис. 1.11.** Диалоговое окно **Print** для подготовки документа к печати с указанием печати в файл

Позиция **Recent Files** (Недавние файлы) служит не только для просмотра ограниченного списка файлов, с которыми работал пользователь последнее время, но и предоставляет возможность быстрого открытия документа (заменяя тем самым команду **Open**).

Последняя команда **Exit** (Выход) служит для завершения работы с Mathcad, но если перед этим были зафиксированы некие изменения в документах, то будет выдан запрос на сохранение их перед выходом (см. рис. 1.9).

## 1.2.2. Меню *Edit* (Правка)

Команды меню **Edit** (Правка) имеют вид:

**Edit** | *имя\_команды*

Меню **Edit** включает команды правки текста:

- ◆ отмена и возврат выполненных действий для рациональной организации редактирования;
- ◆ копирование, перемещение в буфер, вставка обычная и специальная;
- ◆ удаление фрагментов и выделение всех объектов;
- ◆ поиск, замена, переход на указанную страницу;
- ◆ редактирование связей (установленных по команде **Paste Special** (Вставка специальная)) с объектом и редактирование внедренного внешнего объекта (по команде меню **Insert | Object** (Вставка | Объект) в том приложении, в котором он создавался.

Структура меню и переводы команд показаны на рис. 1.12.

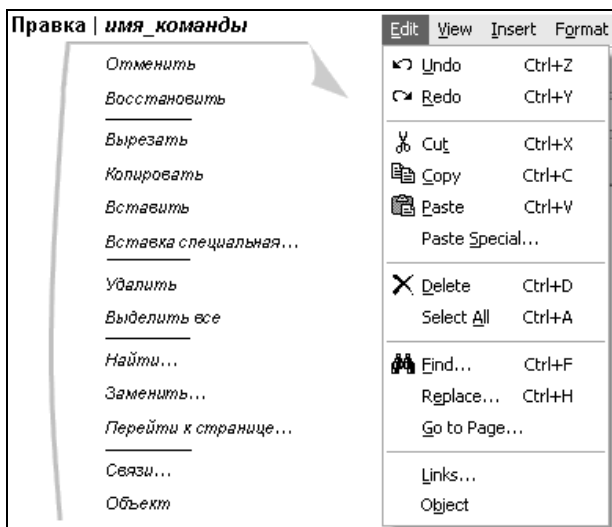


Рис. 1.12. Команды меню **Edit**

Список команд разбит на пять групп и включает шесть пиктограмм.

◆ *Первая группа* команд дает возможность:

- **Undo** (Отменить) — отменить предшествующие действия по редактированию командами;
- **Redo** (Восстановить) — вернуть отмененные действия.

◆ *Вторая группа* включает характерные команды любого редактора:

- **Cut** (Вырезать) — группа выделенных и вырезанных фрагментов размещается в буфере, и содержимое буфера может быть использовано до тех пор, пока не будет обновлено;
- **Copy** (Копировать) — скопированные фрагменты размещаются в буфере;
- **Paste** (Вставить) — вставка фрагментов из буфера;
- **Paste Special** (Вставка специальная) — специальная вставка.

◆ Команды *третьей группы* выглядят так:

- **Delete** (Удалить) — удаляет отдельные предварительно выделенные объекты;
- **Select All** (Выделить все) — осуществляет процедуру массового выделения всех объектов в рабочем листе или внутри области, в которой находится курсор. Каждый блок документа охватывается пунктирным контуром.

◆ Команды *четвертой группы* имеют следующее назначение:

- **Find** (Найти) — позволяет найти заданный текстовый и/или математический фрагмент, в том числе и с указанием в открывшемся окне **Find** режимов **Math whole word only** (Слово целиком) и **Match case** (С учетом регистра) (рис. 1.13);
- **Replace** (Заменить) — позволяет заменить найденный фрагмент нужными символами;
- **Go to Page** (Перейти к странице) — служит для быстрого перехода к нужной странице (первой, последней или по указанному номеру).