

# Оглавление

Предисловие . . . . .	14
Mathcad и его возможности. . . . .	15
Содержание книги. . . . .	16
От издательства . . . . .	17
О компакт-диске . . . . .	18
ReadMe . . . . .	18
Сведения об электронной книге . . . . .	20
Назначение электронной книги. . . . .	23
<b>Часть I. Начало работы с Mathcad . . . . .</b>	<b>25</b>
<b>Глава 1. Построение выражений и графиков в Mathcad . . . . .</b>	<b>26</b>
1.1. Интерфейс Mathcad. . . . .	26
1.1.1. Рабочее окно Mathcad . . . . .	26
1.1.2. Главное меню . . . . .	27
1.1.3. Панели инструментов. . . . .	28
1.2. Построение выражений и их вычисление . . . . .	32
1.3. «Цепкие» операторы . . . . .	33
1.4. Редактирование объектов Mathcad . . . . .	34
1.5. Стандартные функции . . . . .	35
1.6. Числовые константы. Ввод греческих букв . . . . .	36
1.7. Ввод текста . . . . .	37
1.8. Функции пользователя . . . . .	38
1.9. Дискретные переменные. Построение таблиц . . . . .	39
1.10. Форматирование чисел . . . . .	40
1.11. Построение плоского графика функции . . . . .	41
1.12. Построение трехмерных графиков . . . . .	45
<b>Глава 2. Некоторые возможности Mathcad . . . . .</b>	<b>49</b>
2.1. Ступенчатые и разрывные функции и выражения. Условие в Mathcad. . . . .	49
2.2. Глобальное присвоение значений. . . . .	51
2.3. Символьные вычисления . . . . .	52
2.4. Решение уравнений . . . . .	54
2.4.1. Символьное решение . . . . .	54
2.4.2. Численное решение (функция root) . . . . .	54
2.5. Решение систем уравнений (функция find) . . . . .	56
2.6. Приближенное решение систем уравнений (функция minerr) . . . . .	58
2.7. Исследование функции на экстремум . . . . .	59
2.8. Работа с матрицами. . . . .	60
2.8.1. Создание матриц . . . . .	60
2.8.2. Основные действия с матрицами. . . . .	61
2.8.3. Решение матричных уравнений . . . . .	62
2.9. Оператор векторизации. . . . .	63
2.10. Решение дифференциальных уравнений . . . . .	65

2.11. Анализ экспериментальных данных . . . . .	69
2.11.1. Интерполяция . . . . .	70
2.11.2. Регрессия . . . . .	70
2.12. Элементы математической статистики . . . . .	75
2.13. Обмен данными с другими программами . . . . .	76
2.14. Учет размерностей в Mathcad . . . . .	77
2.15. Преобразование функции в матрицу и матрицы в функцию . . . . .	80
2.16. Строковые функции . . . . .	81
2.17. Программирование. . . . .	82
2.18. Анимация . . . . .	82
2.19. Отладка Mathcad-документов . . . . .	82

## **Часть II. Вычисления в Mathcad . . . . . 85**

### **Глава 3. Решение уравнений . . . . . 86**

3.1. Функция root . . . . .	86
3.2. Решение уравнения с переменными параметрами . . . . .	89
3.3. Нахождение корней полинома. Функция polyroots . . . . .	91
3.4. Решение систем уравнений . . . . .	93
3.5. Трудности при решении уравнений . . . . .	98
3.6. Приближенное решение уравнений и систем уравнений . . . . .	98
3.7. Исследование функции на экстремум. . . . .	100
3.8. Рекурсивные вычисления . . . . .	102

### **Глава 4. Работа с векторами и матрицами . . . . . 105**

4.1. Создание матрицы . . . . .	105
4.2. Нумерация элементов матрицы . . . . .	107
4.3. Встроенная переменная ORIGIN . . . . .	107
4.4. Определение параметров матрицы . . . . .	108
4.5. Образование новых матриц из уже существующих. . . . .	109
4.6. Ввод больших массивов . . . . .	110
4.7. Сортировка векторов и матриц . . . . .	111
4.8. Матричные операторы. . . . .	111
4.8.1. Транспонирование матрицы. . . . .	111
4.8.2. Вычисление определителя матрицы . . . . .	112
4.8.3. Нахождение матрицы обратной заданной. . . . .	113
4.8.4. Сложение, вычитание и умножение матриц . . . . .	114
4.8.5. Оператор векторизации . . . . .	115
4.8.6. Последовательное и параллельное вычисление элементов массива . . . . .	116
4.9. Собственные числа и собственные векторы матриц . . . . .	116
4.10. Норма квадратной матрицы . . . . .	119
4.11. Число обусловленности квадратной матрицы . . . . .	120
4.12. Матричные разложения . . . . .	120
4.12.1. Разложение Холецкого . . . . .	121
4.12.2. QR-разложение . . . . .	121
4.12.3. LU-разложение . . . . .	121
4.12.4. Сингулярное разложение. . . . .	122
4.13. Вывод векторов и матриц . . . . .	122

4.14. Составные массивы. . . . .	124
4.15. Работа с комплексными числами . . . . .	125
<b>Глава 5. Символьные вычисления.</b> . . . . .	<b>128</b>
5.1. Оптимизация численных вычислений . . . . .	128
5.2. Использование меню символьных вычислений Symbolics . . . . .	129
5.2.1. Символьная оценка выражения . . . . .	131
5.2.2. Упрощение выражений . . . . .	132
5.2.3. Раскрытие выражений . . . . .	132
5.2.4. Разложение на множители . . . . .	133
5.2.5. Приведение подобных слагаемых . . . . .	134
5.2.6. Коэффициенты полинома . . . . .	134
5.2.7. Вычисление пределов . . . . .	135
5.2.8. Замена переменной . . . . .	135
5.2.9. Вычисление производной или интеграла . . . . .	136
5.2.10. Символьное решение уравнений и неравенств . . . . .	137
5.2.11. Разложение в ряд Тейлора . . . . .	138
5.2.12. Разложение на простейшие дроби . . . . .	138
5.2.13. Символьные операции с матрицами . . . . .	139
5.2.14. Вычисление интегральных преобразований . . . . .	140
5.3. Использование символьной панели инструментов . . . . .	143
5.3.1. Символьные операции без использования ключевых слов . . . . .	144
5.3.2. Символьные операции с использованием ключевых слов . . . . .	144
5.3.3. Символьное решение уравнений . . . . .	148
5.3.4. Использование нескольких команд одновременно . . . . .	149
5.3.5. Символьные операции с матрицами . . . . .	150
5.4. Новые возможности символьных вычислений в Mathcad 13 и 14 . . . . .	150
5.4.1. Новые ключевые слова . . . . .	151
5.4.2. Новые слова-модификаторы . . . . .	154
5.4.3. Символьная векторизация выражений . . . . .	156
5.4.4. Новые функции символьных вычислений . . . . .	156
5.5. Встроенные функции и переменные . . . . .	156
5.6. Особенности символьной обработки . . . . .	157
<b>Глава 6. Решение дифференциальных уравнений</b> . . . . .	<b>160</b>
6.1. Вычислительный блок Given–Odesolve . . . . .	160
6.1.1. Решение ОДУ с начальными и граничными условиями . . . . .	161
6.1.2. Объединение ОДУ с помощью операторов условия . . . . .	161
6.1.3. Решение ОДУ, заданных неявно . . . . .	163
6.1.4. Решение систем ОДУ . . . . .	163
6.1.5. Работа блока Given–Odesolve . . . . .	164
6.1.6. Новые функции решения ОДУ в Mathcad 14 . . . . .	166
6.1.7. Решение ОДУ с переменными параметрами . . . . .	168
6.2. Использование функций rkfixed, Rkadapt, Bulstoer. . . . .	168
6.2.1. Решение дифференциального уравнения первого порядка. . . . .	170
6.2.2. Дифференциальные уравнения более высокого порядка. . . . .	171
6.2.3. Системы дифференциальных уравнений . . . . .	173

6.3. Жесткие системы дифференциальных уравнений . . . . .	174
6.3.1. Функция Radau в Mathcad 14. . . . .	178
6.4. Нахождение решения только в конечной точке. . . . .	179
6.5. Двухточечные краевые задачи. . . . .	180
6.6. Решение дифференциальных уравнений в частных производных . . . . .	185
6.6.1. Функции решения параболических и гиперболических уравнений. . . . .	185
6.6.2. Решение эллиптических уравнений (Лапласа и Пуассона) . . . . .	189
<b>Глава 7. Обработка экспериментальных данных . . . . .</b>	<b>193</b>
7.1. Интерполяция . . . . .	193
7.1.1. Линейная интерполяция. . . . .	193
7.1.2. Кубическая сплайн-интерполяция . . . . .	194
7.1.3. В-сплайн-интерполяция . . . . .	195
7.1.4. Линейное предсказание . . . . .	197
7.1.5. Интерполяция функции двух переменных . . . . .	198
7.2. Функции регрессии . . . . .	201
7.2.1. Одномерная регрессия. . . . .	202
7.2.2. Двухмерная регрессия . . . . .	204
7.2.3. Обобщенная регрессия . . . . .	205
7.3. Функции сглаживания. . . . .	209
7.4. Дискретные преобразования. . . . .	211
7.4.1. Преобразование Фурье . . . . .	211
7.4.2. Двухмерное преобразование Фурье . . . . .	213
7.4.3. Волновое преобразование . . . . .	215
<b>Глава 8. Математическая статистика. . . . .</b>	<b>217</b>
8.1. Характеристики выборки данных и связи двух массивов . . . . .	217
8.2. Функции распределения вероятностей . . . . .	219
8.3. Генераторы случайных чисел . . . . .	221
8.4. Построение гистограмм . . . . .	222
8.5. Расчет доверительного интервала. . . . .	224
<b>Часть III. Дополнительные возможности Mathcad . . . . .</b>	<b>225</b>
<b>Глава 9. Программирование . . . . .</b>	<b>226</b>
9.1. Создание программ . . . . .	226
9.1.1. Ввод строк в программу. . . . .	226
9.1.2. Локальное присвоение значений . . . . .	227
9.2. Условный оператор if . . . . .	229
9.3. Операторы цикла . . . . .	231
9.3.1. Оператор while. . . . .	231
9.3.2. Оператор for . . . . .	232
9.3.3. Операторы break, continue, return . . . . .	234
9.4. Вывод результатов расчета из программы . . . . .	235
9.5. Подпрограммы-функции . . . . .	237
9.6. Интегрирование функции методом трапеций. . . . .	238
9.7. Решение уравнений и систем уравнений в программе . . . . .	239

9.8. Нахождение экстремума функции в программе . . . . .	240
9.9. Учет размерностей в программе. . . . .	242
9.10. Решение дифференциальных уравнений внутри программы . . . . .	244
9.11. Отладка программ . . . . .	247
9.12. Возможности ускорения работы Mathcad . . . . .	252
<b>Глава 10. Анимация . . . . .</b>	<b>255</b>
10.1. Создание анимации. . . . .	255
10.2. Галерея анимационных клипов. . . . .	259
<b>Глава 11. Учет размерностей . . . . .</b>	<b>261</b>
11.1. Выбор системы единиц измерения. . . . .	261
11.2. Ввод пользовательских единиц измерения . . . . .	263
11.3. Изменение масштаба результатов расчета . . . . .	264
11.4. Учет внесистемных размерностей . . . . .	267
11.5. Размерность элементов массива . . . . .	267
11.6. Учет размерностей в цикле. . . . .	269
11.7. Построение графиков с учетом размерностей . . . . .	269
11.8. Учет размерностей в программе . . . . .	269
11.9. Ограничения на проведение расчетов с учетом размерностей . . . . .	270
11.10. Статическая проверка размерностей . . . . .	271
11.11. Квазиразмерности. . . . .	272
<b>Глава 12. Дополнительные встроенные функции Mathcad . . . . .</b>	<b>275</b>
12.1. Функции для работы с комплексными числами. . . . .	275
12.2. Тип выражения . . . . .	276
12.3. Доступ к файлам . . . . .	277
12.4. Функции поиска значений матрицы . . . . .	280
12.5. Преобразование функций и матриц . . . . .	282
12.5.1. Преобразование функции в матрицу . . . . .	282
12.5.2. Преобразование матрицы в функцию . . . . .	283
12.6. Функции преобразования координат . . . . .	287
12.7. Функции условия. . . . .	290
12.8. Функции округления чисел . . . . .	294
12.9. Функции комбинаторики и теории чисел . . . . .	294
12.10. Функции тригонометрические, гиперболические, логарифмические и экспоненциальные . . . . .	295
12.11. Специальные функции . . . . .	295
12.11.1. Функции Бесселя . . . . .	295
12.11.2. Другие специальные функции . . . . .	297
12.11.3. Дополнительные неактивные функции. . . . .	298
12.12. Строковые функции. . . . .	298
<b>Глава 13. Работа с Mathcad-документами . . . . .</b>	<b>300</b>
13.1. Построение математических выражений. . . . .	300
13.1.1. Стили записи выражений . . . . .	300
13.2. Аннотация файлов и областей файлов. . . . .	305
13.3. Защита информации в Mathcad . . . . .	307
13.4. Закрытые зоны в Mathcad . . . . .	308
13.5. Создание вычислительных комплексов . . . . .	309

13.5.1. Использование ссылок на другие файлы . . . . .	311
13.5.2. Использование гиперссылок . . . . .	311
13.6. Новые служебные функции Mathcad 13 . . . . .	313
13.6.1. Уменьшение размера файлов . . . . .	314
13.6.2. Переключатель версий Mathcad . . . . .	314
13.6.3. Автосохранение. . . . .	314
<b>Глава 14. Работа с текстом . . . . .</b>	<b>316</b>
14.1. Изменение стиля текстовых областей . . . . .	316
14.1.1. Установка свойств абзаца . . . . .	318
14.1.2. Изменение стиля отдельной текстовой области . . . . .	319
14.1.3. Списки и таблицы в тексте . . . . .	319
14.2. Использование гиперссылок . . . . .	320
14.2.1. Переход на метку. . . . .	320
14.2.2. Всплывающий документ . . . . .	322
<b>Глава 15. Работа с графиками. . . . .</b>	<b>323</b>
15.1. Построение двумерного плоского графика . . . . .	323
15.2. Построение полярных графиков . . . . .	327
15.3. Построение трехмерных графиков . . . . .	328
15.3.1. Построение графика по массиву значений функции . . . . .	328
15.3.2. Быстрое построение графика. . . . .	329
15.3.3. Создание массива значений функции . . . . .	332
15.3.4. Поверхности тел вращения. . . . .	334
15.3.5. Построение сложных фигур . . . . .	336
15.3.6. Построение многогранников . . . . .	338
15.3.7. Быстрое изменение типа графика . . . . .	339
15.3.8. График векторного поля . . . . .	340
15.4. Особенности форматирования графиков в новых версиях Mathcad . . . . .	341
15.4.1. Редактирование двумерных графиков . . . . .	341
15.4.2. Форматирование двумерных графиков. . . . .	342
15.4.3. Функции logspace и logpts . . . . .	343
<b>Глава 16. Справочная информация в Mathcad . . . . .</b>	<b>345</b>
16.1. Меню Help . . . . .	345
16.2. Перевод справочной системы Mathcad . . . . .	347
16.3. Электронная книга qscheet . . . . .	348
16.3.1. Обзор и учебник . . . . .	349
16.3.2. Примеры и справочные таблицы. . . . .	350
16.4. Mathcad и Интернет . . . . .	351
16.4.1. Совместная работа над проектами . . . . .	352
16.4.2. Веб-сайт фирмы Mathsoft . . . . .	353
16.4.3. Доступ в библиотеку Web Library . . . . .	353
16.4.4. Интернет-магазин фирмы Mathsoft . . . . .	353
16.4.5. Техническая поддержка Mathcad . . . . .	353
<b>Глава 17. Создание электронных книг . . . . .</b>	<b>на CD</b>
17.1. Создание Mathcad-файлов для электронной книги	
17.2. Подготовка содержания электронной книги	

- 17.3. Создание системы ссылок между файлами
- 17.4. Создание НВК-файла
- 17.5. Вложенные папки
- 17.6. Проверка электронной книги
- 17.7. Создание поисковых индексов

## **Глава 18. Работа с электронной книгой**

на CD

- 18.1. Обработка экспериментальных данных
- 18.2. Обработка цифрового сигнала
- 18.3. Оптимизация нагрузки на балку

## **Часть IV. Примеры инженерных расчетов в Mathcad . . . . . 355**

- Пример 1. Проверка статистических гипотез . . . . . 357
- Пример 2. Расчет электрической цепи переменного тока . . . . . 357
- Пример 3. Переходные процессы при замыкании-размыкании  
электрической цепи. . . . . 358
- Пример 4. Кинематический анализ кулачкового механизма . . . . . 358
- Пример 5. Движение двух машин по мосту . . . . . 359
- Пример 6. Расчет моментов инерции сечения, заданного аналитически . . . 360
- Пример 7. Расчет моментов инерции сечения, заданного набором  
точек на контуре . . . . . 360
- Пример 8. Расчет геометрических характеристик составного сечения . . . 360
- Пример 9. Определение внутренних усилий при растяжении стержня. . . 361
- Пример 10. Определение внутренних усилий при кручении стержня . . . . 361
- Пример 11. Определение внутренних усилий при изгибе  
консольной балки. . . . . 362
- Пример 12. Определение внутренних усилий при изгибе балки  
на двух опорах . . . . . 362
- Пример 13. Растяжение статически-определимого стержня . . . . . 363
- Пример 14. Растяжение статически-неопределимого стержня . . . . . 364
- Пример 15. Растяжение-сжатие статически неопределимой  
шарнирно-стержневой системы . . . . . 364
- Пример 16. Расчет простейших соединений . . . . . 364
- Пример 17. Расчет статически определимого стержня на кручение . . . . . 364
- Пример 18. Расчет статически неопределимого стержня на кручение . . . . 365
- Пример 19. Расчет на изгиб консольной балки . . . . . 365
- Пример 20. Расчет на изгиб балки на двух опорах . . . . . 366
- Пример 21. Расчет на изгиб балок на упругом основании . . . . . 366
- Пример 22. Учет пластических деформаций при растяжении-сжатии. . . . 367
- Пример 23. Учет упругопластических деформаций при изгибе . . . . . 367
- Пример 24. Учет пластических деформаций при кручении . . . . . 367
- Пример 25. Расчет прямого стержня на сложное сопротивление . . . . . 367
- Пример 26. Расчет пространственного стержня  
на сложное сопротивление . . . . . 368
- Пример 27. Определение перемещений систем из нескольких  
элементов . . . . . 369
- Пример 28. Раскрытие статической неопределимости плоской рамы . . . . 369

Пример 29. Расчет один раз статически неопределимой системы . . . . .	370
Пример 30. Расчет пространственной статически неопределимой рамы. . . . .	370
Пример 31. Расчет многопролетной балки с одной заделкой на изгиб. . . . .	371
Пример 32. Расчет многопролетной балки на изгиб . . . . .	371
Пример 33. Расчет на устойчивость сжатого стержня . . . . .	371
Пример 34. Определение критических нагрузок на сжатый стержень энергетическим методом . . . . .	372
Пример 35. Продольно-поперечный изгиб балок . . . . .	372
Пример 36. Расчет консольной балки на удар и колебания . . . . .	373
Пример 37. Расчет балки на двух опорах на удар и колебания . . . . .	373
Пример 38. Расчет сложной системы на удар и устойчивость . . . . .	373
Пример 39. Статистическая обработка результатов эксперимента. . . . .	374
Пример 40. Расчет болта на усталостную прочность . . . . .	374
Пример 41. Расчет долговечности детали при нестационарном нагружении . . . . .	374
Пример 42. Расчет долговечности полосы с трещиной . . . . .	375
Пример 43. Построение диаграммы истинных напряжений . . . . .	375
Пример 44. Расчет тонкостенной оболочки. . . . .	376
Пример 45. Оптимизация расчета кронштейна. . . . .	377
Пример 46. Оптимальный расчет сферической крышки . . . . .	377
Пример 47. Подбор нагрузок по перемещениям балки . . . . .	378
Пример 48. Подбор нагрузок на балку, удовлетворяющих граничным условиям . . . . .	378
Пример 49. Поиск оптимальных размеров сечения балки . . . . .	378
Пример 50. Динамический расчет балки матричным методом перемещений . . . . .	378
Пример 51. Динамический расчет плоской рамы методом конечных элементов . . . . .	379
Пример 52. Расчет пространственной стержневой системы. . . . .	379
Пример 53. Расчет кольца методом конечных элементов . . . . .	379
Пример 54. Решение уравнения Пуассона при кручении стержня. . . . .	380
Пример 55. Решение плоской упругопластической задачи методом конечных элементов . . . . .	380
Пример 56. Использование прямоугольного квадратичного элемента в методе конечных элементов . . . . .	381