

УДК 519.6
ББК 22
Б91

*Печатается по решению Редакционно-издательского совета
Южного федерального университета
(протокол № 3 от 23 ноября 2015 г.)*

Рецензенты:

доктор физико-математических наук, профессор
кафедры ВВ ИКТ Института механики, математики и компьютерных наук
им. И. И. Воровича ЮФУ *Г. В. Муратова*;
доктор физико-математических наук, профессор
кафедры физики РГСУ *А.Н. Павлов*

Бунин, М. А.

Б91 *Maple* для студентов физиков : учебное пособие : в 2 ч. Ч. 1 /
М. А. Бунин ; Южный федеральный университет. – Ростов-на-Дону :
Издательство Южного федерального университета, 2015. – 232 с.

ISBN 978-5-9275-1893-7

Курс обучения работе в пакете аналитических вычислений *Maple* состоит из девяти лабораторных работ, рассчитанных в среднем на два занятия (две «пары») каждая.

Материал каждой главы представлен так, чтобы облегчить поиск команд/конструкций языка или затронутых тем по физике/математике без подробного просмотра всей темы. В главе «Принципы устройства *Maple*. Отладка» собраны основные сведения о принципах устройства, работы и символах *Maple*, кратко рассказано об отладке программ, о наиболее часто встречающихся ошибках и о том, как от них избавляться. Для облегчения работы с английской справочной системой приведены английские эквиваленты русских терминов либо их перевод. В Приложении даны рекомендации по методике прохождения учебного материала и примеры составления учебного плана всего курса: распределение тем в семестре, перечень заданий и примерные сроки их выполнения. Пособие предназначено для студентов-физиков, но его несложно адаптировать для обучения студентов других естественнонаучных направлений: математиков, химиков, инженеров.

ISBN 978-5-9275-1893-7

УДК 519.6
ББК 22

© Южный федеральный университет, 2015
© Бунин М. А., 2015
© Оформление. Макет. Издательство
Южного федерального университета, 2015

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
Глава 1. Принципы устройства <i>Maple</i>. Основы отладки программ	5
Основные концепции MAPLE	6
Справочная система	6
Рабочий лист и интерфейс.....	6
Пакеты.....	7
Задача 0.1	7
Основы языка Maple	7
Основные конструкции языка.....	8
Константы	11
Функции (команды, процедуры)	12
Отладка / Debugging.....	13
А. Неожиданные результаты / Unexpected results.....	14
В. Ошибки при построении графиков / Plotting Errors	15
С. Ошибки дифференцирования / Differentiation errors	18
D. Ошибки интегрирования / Integration errors.....	18
Е. Ошибки команды / Solve	18
F. Ошибки команды / Dsolve	19
G. Алгебраические ошибки	19
Н. Разные ошибки	19
Глава 2. Начало работы	21
Рассматриваемые в главе вопросы	21
Упоминаемые в главе команды Maple	22
Стиль рабочего листа / Worksheet style.....	22
Группы / Execution groups	23
Задача 1.1	26
Краткое руководство по управлению рабочим листом	26

Создание группы	26
Добавление другого > в группу	27
Создать раздел для текста внутри группы / Make a paragraph for text inside an execution group.....	27
Подставить текст между двумя группами / Slip a paragraph of text between two execution groups	27
Удалить раздел или группу / Delete a paragraph or execution group... 27	
Ввод уравнений или выражений внутри текста	27
Заставить Maple сделать по-вашему / Making Maple do it your way... 28	
Расщепить или объединить группы	28
Удаление всех голубых выдач Maple из рабочего листа	28
Сворачивание всех разделов и подразделов в рабочем листе	28
Другие возможности	29
Задача 1.2.....	29
Система HELP	29
Задача 1.3.....	30
Задача 1.4.....	30
Особые постоянные	30
Задача 1.5.....	31
Задача 1.6.....	31
Задача 1.7.....	31
Имена переменных / Variable names.....	31
Задача 1.8.....	33
Что может представлять переменная?	33
Задача 1.9.....	35
Примеры наиболее важных типов данных.....	35
Комплексные числа / Complex numbers	35
Уравнения / Equations	35
Числа с плавающей запятой / Floating point numbers	35
Выражения и функции / Expressions and functions	36
Целые / Integers.....	37
Матрицы / Matrices	37
Полиномы / Polynomials.....	37
Строки / Strings.....	37
Векторы / Vectors	37
Списки и множества / Lists and sets	37
Получение ответа	38

Отладка	40
Важные мелочи, которые можно сделать прямо сейчас	44
Интегрирование	44
Задача 1.10	45
Дифференцирование	45
Задача 1.11	46
Построение последовательности	46
Задача 1.12	47
Суммирование рядов / Sum a series	47
Задача 1.13	47
Ряды Тейлора / Taylor series	47
Задача 1.14	48
Построение функций / Plot functions	48
Задача 1.15	48
Задача 1.16	49
Решение трудных уравнений	49
Задача 1.17	50
Задача 1.18	50
Решение дифференциальных уравнений	51
Задача 1.19	52
Работа с матрицами и решение систем линейных уравнений	52
Задача 1.20	53
Алгебраические действия	53
Задача 1.21	53
Функции генерирования случайных чисел и переменных	54
Глава 3. Графика	55
Рассматриваемые темы и задачи	55
Функции Maple и их опции	55
Создание 2D (x-y) графиков	56
Обзор основных функций	60
Задача 2.1	60
Задача 2.2	60
Задача 2.3	61
Задача 2.4	61
Задача 2.5	61
Задача 2.6	62

Оглавление

Фурье-анализ / Fourier analysis	62
Задача 2.7.....	63
Задача 2.8.....	63
Волновые пакеты	64
Задача 2.9.....	66
Рисование данных.....	66
Параметрические графики	68
Задача 2.10	69
Задача 2.11	69
Задание	70
Задача 2.12	71
Специальные функции.....	71
Задача 2.14: Полиномы Лежандра / Legendre polynomials	71
Задача 2.15: Гамма-функция / The Gamma function.....	72
Задача 2.16: Полные эллиптические интегралы / Complete elliptic integrals.....	72
Задача 2.17: Функция ошибок / The error function	73
Анимации / Animations	73
Задача 2.18	74
Задача 2.19	74
Задача 2.20	75
Волновые пакеты (продолжение).....	75
Задача 2.21	76
Задача 2.22	77
Задача 2.23	77
Визуализация векторных полей	77
Задача 2.24.....	78
3D-поверхности и контурные графики.....	78
Общие правила синтаксиса команд графики	80
Простые графики.....	80
Сложные графики.....	80
Текст в графике	81
Глава 4. Расчеты.....	82
Рассматриваемые в главе вопросы/задачи	82
Упоминаемые в главе команды Maple	83

Краткое замечание о численных расчетах	83
Пределы	84
Задача 3.1.....	85
Дифференцирование.....	85
Задача 3.2.....	86
Задача 3.3.....	87
Задача 3.4.....	87
Задача 3.5.....	89
Задача 3.6.....	90
Задача 3.7.....	91
Интегрирование	92
Элементарные интегралы / Elementary integrals.....	92
Задача 3.8.....	93
Интегрирование специальных функций	94
Задача 3.12.....	95
Задача 3.13.....	95
Задача 3.14.....	95
Задача 3.15.....	97
Задача 3.16.....	98
Кратные интегралы	98
Задача 3.17.....	99
Тройные интегралы	99
Задача 3.18.....	99
Разложения в ряд	100
Задача 3.19.....	101
Задача 3.20.....	102
Задача 3.21	102
Задача 3.22.....	103
Суммы / Sums.....	103
Задача 3.26.....	104
Глава 5. Комплексные числа и функции	105
Рассматриваемые темы и задачи.....	105
Функции Maple и их опции.....	105
Комплексная арифметика.....	106
Задача 4.1.....	108
Задача 4.2.....	109
Задача 4.3.....	110

Оглавление

Элементарные комплексные функции.....	110
Задача 4.4.....	111
Описание команды evals (из справки).....	111
Задача 4.5.....	112
Задача 4.6.....	112
Задача 4.7.....	113
Задача 4.8.....	113
Специальные комплексные функции	113
Задача 4.9.....	114
Задача 4.10	114
Интерференция волн.....	114
Задача 4.11	116
Задача 4.12	119
Задача 4.13	119
Электростатика с линейными зарядами	120
Задача 4.14	121
Задача 4.15	122
Глава 6. Линейная алгебра	123
Рассматриваемые в главе вопросы/задачи	123
Упоминаемые в главе команды Maple	124
Матрицы, векторы и основные операции	125
Определение (задание) матриц и векторов.....	125
Описание команды evalm (из справки Maple)	127
Сложение, вычитание, умножение.....	128
Задача 5.1.....	129
Задача 5.2.....	129
Инверсия, детерминант, норма и т. п.....	130
Задача 5.3.....	131
Решение систем линейных уравнений	132
Задача 5.4.....	132
Векторы: скалярное и векторное произведения.....	132
Собственные значения и собственные векторы.....	133
Задача 5.5	134
Задача 5.6.....	134
Задача 5.7.....	135
	227

Векторные вычисления: grad, div, curl (rot).....	136
Задача 5.8.....	138
Задача 5.9.....	139
Общие правила синтаксиса команд линейной алгебры	139
Представления векторов и компонент.....	139
Математические операции с векторами.....	140
Визуализация векторов.....	140
Особые типы векторов	141
Матричные представления и компоненты	141
Типы данных в матрицах.....	142
Математические операции с матрицами.....	142
Элементарные операции со строками и столбцами матриц.....	143
Визуализация матриц	143
Особые типы матриц	143
Стандартные матричные операции	144
Глава 7. Решение уравнений	145
Рассматриваемые в главе вопросы/задачи	145
Упоминаемые в главе команды Maple	145
Уравнения с одной переменной.....	146
Задача 6.1.....	149
Задача 6.2.....	149
Задача 6.3.....	149
Задача 6.4-1.....	149
Системы уравнений.....	150
Задача 6.5.....	152
Задача 6.6	153
Задача 6.7.....	153
Глава 8. Обыкновенные дифференциальные уравнения	155
Рассматриваемые в главе вопросы/задачи	155
Упоминаемые в главе команды Maple	156
Дифференциальные уравнения первого порядка.....	156
Задача 7.1.....	159
Задача 7.2.....	159
Задача 7.3.....	160
Дифференциальные уравнения второго порядка	160

Оглавление

Задача 7.4.....	164
Задача 7.5	164
Задача 7.6.....	164
Системы дифференциальных уравнений.....	165
Задача 7.7	166
Численное решение дифференциальных уравнений	166
Задача 7.8.....	168
Задача 7.9.....	168
Стрельба.....	170
Задача 7.10	170
Задача 7.11	173
Задача 7.12	174
Задача 7.13	175
Задача 7.14–7.15	175
Нелинейная динамика и хаос.....	175
Задача 7.16	178
Глава 9. Программирование: логика, циклы, процедуры.....	179
Рассматриваемые в главе вопросы	179
Логика: if-then-else-end if.....	180
Задача 8.1.....	183
Задача 8.2.....	183
Задача 8.3.....	183
Циклы: for, do, end do, while и break	184
Цикл суммирования.....	184
Цикл с последовательной подстановкой	185
Задача 8.4.....	187
Задача 8.5–8.6	187
Задача 8.7 – Метод секущих	187
Процедуры: подключение к работе циклов и логики	189
Задача 8.8.....	191
Задача 8.9.....	191
Задача 8.10	191
Задача 8.11	191
Задача 8.12	193
Рисование результатов fsolve	193
Задача 8.13	194

Задача 8.14.....	194
Синтаксис и применение некоторых команд Maple	194
Задача 8.15	197
Задача 8.16	198
Задача 8.17	199
Задача 8.18	200
Задача 8.19	200
Глава 10. Символьная алгебра.....	204
Рассматриваемые в главе вопросы/задачи	204
Упоминаемые в главе команды Maple	205
Алгебра матриц, содержащих выражения.....	215
Задача 9.1.....	218
Задача 9.2–9.4	218
Задача 9.5.....	218
Задача 9.6.....	219
Задача 9.7	220
Приложение.....	221
Примерный график выполнения заданий лабораторных работ по <i>Maple</i>	221