

УДК 519.6
ББК 22.19
К90

Кулиш У., Рац Д., Хаммер Р., Хокс М.

Достоверные вычисления. Базовые численные методы / Пер. с англ. — Москва–Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2005. — 496 с. — (Компьютерные математические вычисления).

Книга представляет собой учебник по базовым методам вычислительной математики, подготовленный университетскими преподавателями из Германии. В отличие от других подобных изданий, все численные методы излагаются в варианте с автоматической верификацией точности получаемых результатов. Для каждого метода приводятся его математическое обоснование, описание алгоритма и полный текст соответствующей программы. Все программы записаны на специально разработанном для реализации подобных методов языке программирования PASCAL-XSC, полное руководство по которому предполагается опубликовать 3-м изданием в серии «Компьютерные математические вычисления».

В книгу вошли описания численных методов для решения следующих задач: вычисление полиномов, автоматическое дифференцирование функций одной и нескольких переменных, решение линейных и нелинейных уравнений и систем, глобальная оптимизация, вычисление арифметических выражений, нахождение нулей комплексных полиномов, линейное программирование.

Учебник ранее издавался на немецком и английском языках. Русское издание дополнено информацией о новейших достижениях в данной области.

Для преподавателей, аспирантов и студентов вузов, научных работников и инженеров.

ISBN 5-93972-440-X (рус.)
ISBN 3-540-57118-3 (англ.)
ISBN 0-387-57118-3 (англ.)

© Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg, 1993
© Перевод на русский язык
с дополнениями, А. Г. Яковлев, 2005
© НИЦ «Регулярная и хаотическая
динамика», 2005

<http://rcd.ru>
<http://ics.org.ru>

Оглавление

Достоверные вычисления и их компьютерная реализация. <i>В. Я. Крейнович, А. Н. Соболевсий, А. Г. Яковлев</i>	5
Предисловие	23
1 Введение	27
1.1 Краткий обзор	28
1.2 Структура книги	28
1.3 Шрифтовые выделения	29
1.4 Запись алгоритмов	30
1.5 Реализация	32
1.6 Вычислительное окружение	33
1.7 Зачем нужна верификация результатов вычислений . .	34
1.7.1 Краткая история методов вычислений	35
1.7.2 Арифметические вычисления на компьютере . .	36
1.7.3 Расширение стандартной арифметики чисел с плавающей точкой	38
1.7.4 Научные и инженерные вычисления с автоматической верификацией результатов . .	41
1.7.5 Проверка корректности программ и верификация результатов вычислений	46
I Основные понятия	49
2 Особенности PASCAL-XSC	50
2.1 Предопределенные типы	51
2.2 Универсализация описания операций...	55
2.3 Совмещение знаков операций...	57
2.4 Модульность	58

2.5	Динамические массивы и подмассивы	60
2.6	Преобразование данных	62
2.7	Высокоточные выражения (#-выражения)	64
2.8	Строки	65
2.9	Предопределенные арифметические модули	66
2.10	Почему мы выбрали PASCAL-XSC	68
3	Математические основы	69
3.1	Вещественная интервальная арифметика	69
3.2	Комплексная интервальная арифметика	80
3.3	Обобщенная интервальная арифметика	83
3.4	Интервальные векторы и матрицы	85
3.5	Арифметика чисел с плавающей точкой	87
3.6	Машинная интервальная арифметика	90
3.7	Проблема преобразования данных	93
3.8	Основы верификации вычислений	98
II	Одномерные задачи	105
4	Вычисление полиномов	106
4.1	Теоретические основы	107
4.1.1	Постановка задачи	107
4.1.2	Итерационный метод решения	107
4.2	Алгоритмическое описание	110
4.3	Реализация и примеры	111
4.3.1	Программный код на PASCAL-XSC	111
4.3.2	Примеры	116
4.3.3	Предостережения и указания	120
4.4	Упражнения	120
4.5	Литература для дальнейшего чтения	121
5	Автоматическое дифференцирование	122
5.1	Теоретические основы	123
5.2	Алгоритмическое описание	125
5.3	Реализация и примеры	128
5.3.1	Программный код на PASCAL-XSC	128
5.3.2	Примеры	141
5.3.3	Предостережения и указания	144
5.4	Упражнения	145
5.5	Литература для дальнейшего чтения	145

6	Нелинейные уравнения с одним неизвестным	147
6.1	Теоретические основы	148
6.2	Алгоритмическое описание	151
6.3	Реализация и примеры	155
6.3.1	Программный код на PASCAL-XSC	155
6.3.2	Пример	166
6.3.3	Предостережения и указания	169
6.4	Упражнения	170
6.5	Литература для дальнейшего чтения	171
7	Глобальная оптимизация	172
7.1	Теоретические основы	173
7.1.1	Проверка значения в средней точке	173
7.1.2	Проверка на монотонность	175
7.1.3	Проверка на вогнутость	176
7.1.4	Шаг интервального метода Ньютона	177
7.1.5	Верификация	178
7.2	Алгоритмическое описание	179
7.3	Реализация и примеры	185
7.3.1	Программный код на PASCAL-XSC	185
7.3.2	Примеры	198
7.3.3	Предостережения и указания	202
7.4	Упражнения	203
7.5	Литература для дальнейшего чтения	205
8	Вычисление арифметических выражений	207
8.1	Теоретические основы	207
8.1.1	Нелинейный подход	208
8.2	Алгоритмическое описание	211
8.3	Реализация и примеры	216
8.3.1	Программный код на PASCAL-XSC	216
8.3.2	Примеры	228
8.3.3	Ограничения, указания и усовершенствования	232
8.4	Упражнения	233
8.5	Литература для дальнейшего чтения	234
9	Нули комплексных полиномов	237
9.1	Теоретические основы	237
9.1.1	Постановка задачи	237
9.1.2	Итерационный подход	238
9.2	Алгоритмическое описание	243
9.3	Реализация и примеры	248

9.3.1	Программный код на PASCAL-XSC	248
9.3.2	Пример	259
9.3.3	Предостережения и указания	262
9.4	Упражнения	262
9.5	Литература для дальнейшего чтения	263
 III Многомерные задачи		265
 10 Системы линейных уравнений		266
10.1	Предварительные теоретические сведения	266
10.1.1	Метод ньютоновского типа	266
10.1.2	Схема итерационного уточнения	267
10.1.3	Приближенное обращение матриц	268
10.2	Алгоритмическое описание	269
10.3	Реализация алгоритма и примеры	274
10.3.1	Программный код на PASCAL-XSC	274
10.3.2	Пример	285
10.3.3	Предостережения и усовершенствования	287
10.4	Упражнения	288
10.5	Литература для дальнейшего чтения	290
 11 Линейное программирование		294
11.1	Теоретические основы	295
11.1.1	Описание задачи	295
11.1.2	Верификация	296
11.2	Алгоритмическое описание	299
11.3	Реализация и примеры	306
11.3.1	Программный код на PASCAL-XSC	306
11.3.2	Примеры	327
11.3.3	Предостережения и указания	333
11.4	Упражнения	333
11.5	Литература для дальнейшего чтения	335
 12 Многомерное автоматическое дифференцирование		336
12.1	Теоретические основы	337
12.2	Алгоритмическое описание	340
12.3	Реализация и примеры	342
12.3.1	Программный код на PASCAL-XSC	342
12.3.2	Примеры	376
12.3.3	Предостережения и указания	384

12.4 Упражнения	384
12.5 Литература для дальнейшего чтения	385
13 Системы нелинейных уравнений	386
13.1 Теоретические основы	387
13.1.1 Итерационный метод Гаусса-Зейделя	388
13.2 Алгоритмическое описание	391
13.3 Реализация и примеры	397
13.3.1 Программный код на PASCAL-XSC	397
13.3.2 Пример	408
13.3.3 Предостережения, указания и усовершенствования	411
13.4 Упражнения	412
13.5 Литература для дальнейшего чтения	412
14 Глобальная оптимизация	415
14.1 Теоретические основы	416
14.1.1 Проверка значения в средней точке	416
14.1.2 Проверка на монотонность	417
14.1.3 Проверка на вогнутость	418
14.1.4 Шаг интервального метода Ньютона	418
14.1.5 Верификация	420
14.2 Алгоритмическое описание	421
14.3 Реализация и примеры	429
14.3.1 Программный код на PASCAL-XSC	429
14.3.2 Примеры	448
14.3.3 Предостережения и указания	452
14.4 Упражнения	453
14.5 Литература для дальнейшего чтения	454
Приложение	460
Вспомогательные модули	460
П.1 Модуль <i>b_util</i>	460
П.2 Модуль <i>r_util</i>	461
П.3 Модуль <i>i_util</i>	461
П.4 Модуль <i>mvi_util</i>	467
Литература	469
Предметный указатель	483