

Содержание

Предисловие	14
Глава 1. Введение	23
1.1 Понятие алгоритма	25
Упражнения 1.1	31
1.2 Основы решения алгоритмической задачи	33
Понимание задачи	34
Определение возможностей вычислительного устройства	34
Выбор между точным или приближенным методом решения задачи	35
Выбор подходящих структур данных	36
Методы проектирования алгоритмов	36
Методы представления алгоритмов	37
Оценка корректности алгоритма	38
Анализ алгоритма	39
Кодирование алгоритма	40
Упражнения 1.2	43
1.3 Важные типы задач	45
Сортировка	45
Поиск	47
Обработка строк	48
Задачи из теории графов	48
Комбинаторные задачи	50
Геометрические задачи	50
Численные задачи	51
Упражнения 1.3	51
1.4 Базовые структуры данных	54
Линейные структуры данных	55
Графы	58
Деревья	63
Множества и словари	67

Упражнения 1.4	70
Резюме	71
Глава 2. Основы анализа эффективности алгоритмов	73
2.1 Основы анализа	75
Оценка размера входных данных	75
Единицы измерения времени выполнения алгоритма	76
Порядок роста	78
Эффективность алгоритма в разных случаях	80
Повторение пройденного	84
Упражнения 2.1	85
2.2 Асимптотические обозначения и основные классы эффективности	87
Нестрогое введение	88
O -обозначение	88
Ω -обозначение	89
Θ -обозначение	90
Полезные свойства сделанных асимптотических обозначений	91
Использование пределов для сравнения порядка роста двух функций	92
Основные классы эффективности	94
Упражнения 2.2	96
2.3 Математический анализ нерекursивных алгоритмов	98
Упражнения 2.3	105
2.4 Математический анализ рекурсивных алгоритмов	107
Упражнения 2.4	116
2.5 Пример: числа Фибоначчи	119
Явная формула для определения n -го элемента последовательности чисел Фибоначчи	120
Алгоритмы вычисления чисел Фибоначчи	122
Упражнения 2.5	125
2.6 Эмпирический анализ алгоритмов	127
Упражнения 2.6	133
Визуализация алгоритмов	135
Резюме	139
Глава 3. Метод грубой силы	141
3.1 Сортировка выбором и пузырьковая сортировка	142
Сортировка выбором	143
Пузырьковая сортировка	144
Упражнения 3.1	146

3.2	Последовательный поиск и поиск подстрок методом грубой силы	147
	Последовательный поиск	147
	Поиск подстроки	148
	Упражнения 3.2	150
3.3	Задачи поиска пары ближайших точек и вычисления выпуклой оболочки с использованием грубой силы	152
	Поиск пары ближайших точек	152
	Поиск выпуклой оболочки	154
	Упражнения 3.3	157
3.4	Исчерпывающий перебор	159
	Задача коммивояжера	159
	Задача о рюкзаке	160
	Задача о назначениях	163
	Упражнения 3.4	164
	Резюме	166
Глава 4. Метод декомпозиции		167
4.1	Сортировка слиянием	169
	Упражнения 4.1	172
4.2	Быстрая сортировка	174
	Упражнения 4.2	179
4.3	Бинарный поиск	180
	Упражнения 4.3	183
4.4	Обход бинарного дерева	184
	Упражнения 4.4	188
4.5	Умножение больших целых чисел и алгоритм умножения матриц Штрассена	189
	Умножение больших целых чисел	189
	Алгоритм Штрассена для умножения матриц	192
	Упражнения 4.5	194
4.6	Решение задач о паре ближайших точек и о выпуклой оболочке методом декомпозиции	195
	Задача о паре ближайших точек	196
	Задача о выпуклой оболочке	198
	Упражнения 4.6	200
	Резюме	201
Глава 5. Метод уменьшения размера задачи		203
5.1	Сортировка вставкой	206
	Упражнения 5.1	209
5.2	Поиск в глубину и поиск в ширину	211

Поиск в глубину	212
Поиск в ширину	215
Упражнения 5.2	218
5.3 Топологическая сортировка	220
Упражнения 5.3	224
5.4 Алгоритмы генерации комбинаторных объектов	226
Генерация перестановок	227
Генерация подмножеств	229
Упражнения 5.4	231
5.5 Алгоритмы с использованием уменьшения на постоянный множитель	232
Задача поиска фальшивой монеты	233
Умножение по-русски	234
Задача Иосифа	235
Упражнения 5.5	237
5.6 Алгоритмы с переменным уменьшением размера	238
Вычисление медианы и задача выбора	238
Интерполяционный поиск	240
Поиск и вставка в бинарное дерево поиска	242
Упражнения 5.6	243
Резюме	244
Глава 6. Метод преобразования	247
6.1 Предварительная сортировка	248
Упражнения 6.1	252
6.2 Метод исключения Гаусса	254
LU-разложение и другие приложения	259
Вычисление обратной матрицы	261
Вычисление определителя	262
Упражнения 6.2	264
6.3 Сбалансированные деревья поиска	265
AVL-деревья	267
2-3-деревья	271
Упражнения 6.3	274
6.4 Пирамиды и пирамидальная сортировка	275
Понятие пирамиды	276
Пирамидальная сортировка	281
Упражнения 6.4	282
6.5 Схема Горнера и возведение в степень	284
Схема Горнера	284
Бинарное возведение в степень	286

Упражнения 6.5	289
6.6 Приведение задачи	291
Вычисление наименьшего общего кратного	292
Подсчет путей в графе	293
Приведение задач оптимизации	293
Линейное программирование	295
Приведение к задачам о графах	297
Упражнения 6.6	299
Резюме	301
Глава 7. Пространственно-временной компромисс	305
7.1 Сортировка подсчетом	307
Упражнения 7.1	310
7.2 Улучшение входных данных в поиске подстрок	312
Алгоритм Хорспула	313
Алгоритм Бойера–Мура	317
Упражнения 7.2	322
7.3 Хеширование	323
Открытое хеширование (раздельные цепочки)	325
Закрытое хеширование (открытая адресация)	326
Упражнения 7.3	329
7.4 В-деревья	331
Упражнения 7.4	335
Резюме	336
Глава 8. Динамическое программирование	339
8.1 Вычисление биномиальных коэффициентов	341
Упражнения 8.1	343
8.2 Алгоритмы Воршалла и Флойда	345
Алгоритм Воршалла	345
Алгоритм Флойда поиска кратчайших путей между всеми парами вершин	349
Упражнения 8.2	353
8.3 Оптимальные бинарные деревья поиска	354
Упражнения 8.3	360
8.4 Задача о рюкзаке и функции с запоминанием	361
Функции с запоминанием	364
Упражнения 8.4	366
Резюме	368
Глава 9. Жадные методы	369
9.1 Алгоритм Прима	371

Упражнения 9.1	376
9.2 Алгоритм Крускала	378
Непересекающиеся подмножества и алгоритмы поиска объединений	381
Упражнения 9.2	385
9.3 Алгоритм Дейкстры	386
Упражнения 9.3	390
9.4 Деревья Хаффмана	392
Упражнения 9.4	397
Резюме	398
Глава 10. Ограничения мощности алгоритмов	401
10.1 Доказательства нижних границ	402
Тривиальные нижние границы	403
Информационно-теоретические доказательства	404
Доказательство “от противника”	405
Приведение задачи	406
Упражнения 10.1	408
10.2 Деревья принятия решения	409
Деревья принятия решения для алгоритмов сортировки	411
Деревья принятия решения для поиска в отсортированном массиве	412
Упражнения 10.2	415
10.3 P , NP и NP -полные задачи	417
P и NP -задачи	418
NP -полные задачи	423
Упражнения 10.3	426
10.4 Численные алгоритмы	428
Упражнения 10.4	437
Резюме	438
Глава 11. Преодоление ограничений	441
11.1 Поиск с возвратом	442
Задача о n ферзях	443
Задача о гамильтоновом цикле	444
Задача о сумме подмножества	445
Общие замечания	447
Упражнения 11.1	449
11.2 Метод ветвей и границ	451
Задача о назначениях	452
Задача о рюкзаке	455
Задача коммивояжера	458

Упражнения 11.2	460
11.3 Приближенные алгоритмы для NP -сложных задач	461
Приближенный алгоритм для решения задачи коммивояжера	463
Приближенные алгоритмы для задачи о рюкзаке	468
Упражнения 11.3	473
11.4 Алгоритмы для решения нелинейных уравнений	475
Метод деления пополам	476
Метод секущих	480
Метод Ньютона	481
Упражнения 11.4	484
Резюме	485
Эпилог	487
Приложение А. Формулы, используемые при анализе алгоритмов	491
Свойства логарифмов	491
Комбинаторика	491
Важные формулы суммирования	492
Правила работы с суммами	492
Приближение суммы определенным интегралом	493
Формулы для округлений снизу и сверху	493
Разное	493
Приложение Б. Краткое руководство по рекуррентным соотношениям	495
Последовательности и рекуррентные соотношения	495
Методы решения рекуррентных соотношений	497
Распространенные типы рекуррентных соотношений в анализе алгоритмов	501
Список литературы	509
Указания к упражнениям	517
Предметный указатель	562