



БИБЛИОТЕКА  
ПРОГРАММИСТА



Вильям  
Спрингер

# ГИД ПО COMPUTER SCIENCE



РАСШИРЕННОЕ ИЗДАНИЕ



Вильям Спрингер

# ГИД ПО COMPUTER SCIENCE

ДЛЯ КАЖДОГО ПРОГРАММИСТА

РАСШИРЕННОЕ ИЗДАНИЕ



Санкт-Петербург • Москва • Минск  
2023

*Вильям Спрингер*

## Гид по Computer Science, расширенное издание

*Перевел с английского А. Павлов*

Руководитель дивизиона	<i>Ю. Сергиенко</i>
Руководитель проекта	<i>А. Питиримов</i>
Ведущий редактор	<i>Н. Гринчик</i>
Литературный редактор	<i>Н. Хлебина</i>
Художественный редактор	<i>В. Мостипан</i>
Корректор	<i>Е. Павлович</i>
Верстка	<i>О. Богданович</i>

ББК 32.973.2-018

УДК 004.3

**Спрингер Вильям**

C74 Гид по Computer Science, расширенное издание. — СПб.: Питер, 2023. — 304 с.: ил. — (Серия «Библиотека программиста»).

ISBN 978-5-4461-1825-0

Колосс на глиняных ногах — так можно назвать программиста без подготовки в области Computer Science. Уверенное владение основами позволяет не изобретать велосипеды и закладывать в архитектуру программ эффективные решения. Всё это избавляет от ошибок и чрезмерных затрат на тестирование и рефакторинг. Не беда, если вы чувствуете себя не у дел, когда другие программисты обсуждают аппроксимативный предел. Даже специалисты с опытом допускают ошибки из-за того, что подзабыли Computer Science.

**16+** (В соответствии с Федеральным законом от 29 декабря 2010 г. № 436-ФЗ.)

ISBN 978-1951204044 англ.

ISBN 978-5-4461-1825-0

© William M. Springer II

© Перевод на русский язык ООО «Прогресс книга», 2022

© Издание на русском языке, оформление ООО «Прогресс книга», 2022

© Серия «Библиотека программиста», 2022

© Павлов А., перевод с английского языка, 2021

Права на издание получены по соглашению с William Springer. Все права защищены. Никакая часть данной книги не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме без письменного разрешения владельцев авторских прав.

Информация, содержащаяся в данной книге, получена из источников, рассматриваемых издательством как надежные. Тем не менее, имея в виду возможные человеческие или технические ошибки, издательство не может гарантировать абсолютную точность и полноту приводимых сведений и не несет ответственности за возможные ошибки, связанные с использованием книги. Издательство не несет ответственности за доступность материалов, ссылки на которые вы можете найти в этой книге. На момент подготовки книги к изданию все ссылки на интернет-ресурсы были действующими.

Изготовлено в России. Изготовитель: ООО «Прогресс книга».

Место нахождения и фактический адрес: 194044, Россия, г. Санкт-Петербург;

Б. Сампсониевский пр., д. 29А, пом. 52. Тел.: +78127037373.

Дата изготовления: 11.2022. Наименование: книжная продукция. Срок годности: не ограничен.

Налоговая льгота — общероссийский классификатор продукции ОК 034-2014, 58.11.12 —

Книги печатные профессиональные, технические и научные.

Импортер в Беларусь: ООО «ПИТЕР М», 220020, РБ, г. Минск, ул. Тимирязева, д. 121/3, к. 214,

тел./факс: 208 80 01.

Подписано в печать 12.10.22. Формат 60×90/16. Бумага офсетная. Усл. п. л. 19,000. Доп. тираж. Заказ 7522.

Отпечатано в АО «Первая Образцовая типография». Филиал «Чеховский Печатный Двор»

142300, Московская область, г. Чехов, ул. Полиграфистов, 1

Сайт: www.chpd.ru, E-mail: sales@chpd.ru

тел: 8(499) 270-73-59

# Оглавление

<b>Введение</b> .....	11
Зачем нужна эта книга .....	11
Чего вы не найдете в издании .....	12
Дополнительные ресурсы .....	13
Что дальше .....	14
От издательства .....	14

## Часть I. Основы Computer Science

<b>Глава 1. Асимптотическое время выполнения</b> .....	16
<b>1.1.</b> Что такое алгоритм .....	16
<b>1.2.</b> Почему скорость имеет значение .....	18
<b>1.3.</b> Когда секунды (не) считаются.....	19
<b>1.4.</b> Как мы описываем скорость .....	22
<b>1.5.</b> Скорость типичных алгоритмов.....	23
<b>1.6.</b> Всегда ли полиномиальное время лучше? .....	27
<b>1.7.</b> Время выполнения алгоритма .....	29
<b>1.8.</b> Насколько сложна задача? .....	33
<b>Глава 2. Структуры данных</b> .....	34
<b>2.1.</b> Организация данных .....	34
<b>2.2.</b> Массивы, очереди и другие способы построиться.....	35
<b>2.3.</b> Связные списки.....	37
<b>2.4.</b> Стеки и кучи .....	39
<b>2.5.</b> Хеш-таблицы.....	43
<b>2.6.</b> Множества и частично упорядоченные множества .....	47
<b>2.7.</b> Специализированные структуры данных .....	50
<b>Глава 3. Классы задач</b> .....	51

## **Часть II. Графы и графовые алгоритмы**

<b>Глава 4.</b> Введение в теорию графов .....	60
<b>4.1.</b> Семь кенигсбергских мостов.....	60
<b>4.2.</b> Мотивация .....	62
<b>4.3.</b> Терминология .....	64
<b>4.4.</b> Представление графов.....	67
<b>4.5.</b> Направленные и ненаправленные графы .....	71
<b>4.6.</b> Циклические и ациклические графы .....	72
<b>4.7.</b> Раскраска графа.....	75
<b>4.8.</b> Взвешенные и невзвешенные графы.....	79
<b>Глава 5.</b> Структуры данных на основе графов .....	80
<b>5.1.</b> Двоичные деревья поиска.....	80
<b>5.2.</b> Сбалансированные деревья двоичного поиска .....	84
<b>5.3.</b> Кучи.....	85
<b>Глава 6.</b> Хорошо известные графовые алгоритмы .....	96
<b>6.1.</b> Введение.....	96
<b>6.2.</b> Поиск в ширину.....	97
<b>6.3.</b> Применение поиска в ширину .....	100
<b>6.4.</b> Поиск в глубину .....	101
<b>6.5.</b> Кратчайшие пути .....	104
<b>Глава 7.</b> Основные классы графов .....	109
<b>7.1.</b> Запрещенные подграфы.....	109
<b>7.2.</b> Планарные графы .....	110
<b>7.3.</b> Совершенные графы .....	113
<b>7.4.</b> Двудольные графы.....	115
<b>7.5.</b> Интервальные графы .....	116
<b>7.6.</b> Графы дуг окружности .....	117

## **Часть III. Неграфовые алгоритмы**

<b>Глава 8.</b> Алгоритмы сортировки .....	120
<b>8.1.</b> Малые и большие алгоритмы сортировки.....	121
<b>8.2.</b> Сортировки для малых наборов данных .....	123

8.3. Сортировка больших наборов данных .....	126
8.4. Сортировки без сравнения .....	130

## **Часть IV. Методы решения задач**

<b>Глава 9.</b> А если в лоб? .....	136
<b>Глава 10.</b> Динамическое программирование .....	139
<b>10.1.</b> Задача недостающих полей.....	139
<b>10.2.</b> Работа с перекрывающимися подзадачами.....	141
<b>10.3.</b> Динамическое программирование и кратчайшие пути .....	143
<b>10.4.</b> Примеры практического применения.....	145
<b>Глава 11.</b> Жадные алгоритмы .....	148

## **Часть V. Теория сложности вычислений**

<b>Глава 12.</b> Что такое теория сложности .....	152
<b>Глава 13.</b> Языки и конечные автоматы .....	155
<b>13.1.</b> Формальные языки .....	155
<b>13.2.</b> Регулярные языки.....	156
<b>13.3.</b> Контекстно свободные языки .....	166
<b>13.4.</b> Контекстно зависимые языки .....	173
<b>13.5.</b> Рекурсивные и рекурсивно перечислимые языки ...	174
<b>Глава 14.</b> Машины Тьюринга .....	175
<b>14.1.</b> Чисто теоретический компьютер.....	175
<b>14.2.</b> Построение машины Тьюринга.....	176
<b>14.3.</b> Полнота по Тьюрингу.....	177
<b>14.4.</b> Проблема остановки .....	178

## **Часть VI. Доказательства**

<b>Глава 15.</b> Приемлемые доказательства .....	180
<b>15.1.</b> Введение в доказательства .....	180
<b>15.2.</b> Терминология .....	181

<b>Глава 16. Методы доказательства</b> .....	184
<b>16.1. Конструктивное доказательство, доказательство методом исчерпывания вариантов</b> .....	184
<b>16.2. Доказательство от противного</b> .....	185
<b>16.3. Доказательство методом индукции</b> .....	187
<b>16.4. Доказательство на основе закона контрапозиции</b> ..	191
<b>Глава 17. Сертификаты</b> .....	192

## **Часть VII. Безопасность и конфиденциальность**

<b>Глава 18. Введение в безопасность</b> .....	196
<b>18.1. Конфиденциальность</b> .....	196
<b>18.2. Целостность</b> .....	198
<b>18.3. Доступность</b> .....	198
<b>18.4. Цели</b> .....	199
<b>Глава 19. Введение в криптографию</b> .....	200
<b>19.1. Современная криптография</b> .....	201
<b>19.2. Терминология</b> .....	202
<b>19.3. Абсолютно безопасный обмен данными</b> .....	203
<b>19.4. Квантовое распределение ключей</b> .....	205
<b>Глава 20. Криптографическая система с открытым ключом</b>	207
<b>20.1. Использование открытого и закрытого ключей</b> .....	207
<b>20.2. Алгоритм RSA</b> .....	209
<b>20.3. Соображения производительности</b> .....	211
<b>Глава 21. Аутентификация пользователя</b> .....	213

## **Часть VIII. Аппаратное и программное обеспечение**

<b>Глава 22. Аппаратные абстракции</b> .....	218
<b>22.1. Физическое хранилище</b> .....	218
<b>22.2. Данные и методы ввода/вывода</b> .....	221

<b>22.3.</b> Память.....	223
<b>22.4.</b> Кэш.....	225
<b>22.5.</b> Регистры.....	226
<b>Глава 23.</b> Программные абстракции .....	228
<b>23.1.</b> Машинный код и язык ассемблера .....	228
<b>23.2.</b> Низкоуровневые языки программирования .....	229
<b>23.3.</b> Высокоуровневые языки программирования .....	229
<b>Глава 24.</b> Компьютерная арифметика .....	231
<b>24.1.</b> Битовый сдвиг .....	232
<b>24.2.</b> Битовые И и ИЛИ .....	233
<b>24.3.</b> Битовое НЕ .....	235
<b>24.4.</b> Битовое исключающее ИЛИ .....	235
<b>Глава 25.</b> Операционные системы .....	237
<b>25.1.</b> Управление процессами .....	237
<b>25.2.</b> Управление хранилищем .....	241
<b>25.3.</b> Ввод/вывод.....	246
<b>25.4.</b> Безопасность .....	247
<b>Глава 26.</b> Распределенные системы .....	250
<b>26.1.</b> Ложные допущения относительно распределенных вычислений .....	251
<b>26.2.</b> Коммуникация.....	254
<b>26.3.</b> Синхронизация и согласованность .....	255
<b>Глава 27.</b> Встроенные системы .....	257
<b>Глава 28.</b> Сети и Интернет .....	260
<b>28.1.</b> Уровни протоколов .....	261
<b>28.2.</b> Протоколы TCP/IP и UDP .....	264
<b>28.3.</b> Доставка сообщения .....	265
<b>28.4.</b> Алгоритмы маршрутизации .....	267
<b>Глава 29.</b> Базы данных .....	269
<b>29.1.</b> Реляционные базы данных (РБД) .....	269
<b>29.2.</b> Иерархические базы данных (ИБД) .....	272



## Часть IX. Углубленные темы

<b>Глава 30.</b> Основная теорема о рекуррентных соотношениях .....	274
<b>Глава 31.</b> Амортизированное время выполнения .....	278
<b>Глава 32.</b> Расширяющееся дерево .....	280
<b>32.1.</b> Концепции .....	280
<b>32.2.</b> Zig .....	282
<b>32.3.</b> Zig-zig .....	282
<b>32.4.</b> Zig-zag .....	282
<b>Глава 33.</b> Декартово дерево .....	284
<b>Глава 34.</b> Искусственный интеллект .....	287
<b>34.1.</b> Типы искусственного интеллекта .....	287
<b>34.2.</b> Подобласти ИИ .....	291
<b>34.3.</b> Примеры .....	293
<b>Глава 35.</b> Квантовые вычисления .....	294
<b>35.1.</b> Физика .....	295
<b>35.2.</b> Теоретические соображения .....	295
<b>35.3.</b> Практические соображения .....	296
Послесловие .....	297

## Приложения

<b>Приложение А.</b> Необходимая математика .....	300
<b>Приложение Б.</b> Классические NP-полные задачи .....	302
<b>Б.1.</b> SAT и 3-SAT .....	302
<b>Б.2.</b> Клика .....	303
<b>Б.3.</b> Кликовое покрытие .....	303
<b>Б.4.</b> Раскраска графа .....	303
<b>Б.5.</b> Гамильтонов путь .....	304
<b>Б.6.</b> Укладка рюкзака .....	304
<b>Б.7.</b> Наибольшее независимое множество .....	304
<b>Б.8.</b> Сумма подмножества .....	304