

# Содержание

<b>Предисловие</b> .....	<b>15</b>
<b>1 Введение</b> .....	<b>23</b>
1.1 Введение .....	24
1.2 Язык программирования C .....	24
1.3 Стандартная библиотека .....	26
1.4 C++ и другие C-подобные языки .....	27
1.5 Типичная среда разработки приложений на языке C .....	28
1.5.1 Фаза 1: создание программы .....	29
1.5.2 Фазы 2 и 3: препроцессинг и компиляция программы .....	30
1.5.3 Фаза 4: компоновка .....	30
1.5.4 Фаза 5: загрузка .....	31
1.5.5 Фаза 6: выполнение .....	31
1.5.6 Поток стандартного ввода, стандартного вывода и стандартного вывода ошибок .....	31
1.6 Пробное приложение на языке C для Windows, Linux и Mac OS X .....	32
1.6.1 Запуск приложения из командной строки в Windows .....	33
1.6.2 Запуск приложения в Linux .....	36
1.6.3 Запуск приложения в Mac OS X .....	39
1.7 Операционные системы .....	42
1.7.1 Windows – коммерческая операционная система .....	42
1.7.2 Linux – открытая операционная система .....	42
1.7.3 Apple Mac OS X, Apple iOS® для устройств iPhone®, iPad® и iPod Touch® .....	43
1.7.4 Google Android .....	44
<b>2 Введение в программирование на C</b> .....	<b>45</b>
2.1 Введение .....	46
2.2 Простая программа на C: вывод строки текста .....	46
2.3 Еще одна простая программа на C: сложение двух целых чисел .....	51
2.4 Арифметические операции в языке C .....	56
2.5 Принятие решений: операторы сравнения .....	60
2.6 Безопасное программирование на C .....	65

<b>3</b>	<b>Управляющие инструкции: часть I</b>	<b>67</b>
3.1	Введение	68
3.2	Управляющие структуры	68
3.3	Инструкция выбора if	70
3.4	Инструкция выбора if...else	71
3.5	Инструкция повторения while	75
3.6	Определение средней оценки с помощью инструкции повторения, управляемой счетчиком	76
3.7	Определение средней оценки с помощью инструкции повторения, управляемой сигнальным значением	77
3.8	Вложенные управляющие инструкции	81
3.9	Операторы присваивания	84
3.10	Операторы инкремента и декремента	85
3.11	Безопасное программирование на C	87
<b>4</b>	<b>Управляющие инструкции: часть II</b>	<b>91</b>
4.1	Введение	92
4.2	Основы повторения	92
4.3	Повторение со счетчиком	93
4.4	Инструкция повторения for	95
4.5	Инструкция for: замечания	98
4.6	Примеры использования инструкции for	99
4.7	Инструкция множественного выбора switch	103
4.8	Инструкция повторения do...while	110
4.9	Инструкции break и continue	112
4.10	Логические операторы	114
4.11	Путаница между операторами равенства (==) и присваивания (=)	118
4.12	Безопасное программирование на C	120
<b>5</b>	<b>Функции</b>	<b>122</b>
5.1	Введение	123
5.2	Модульное программирование на языке C	123
5.3	Функции из математической библиотеки	125
5.4	Функции	126
5.5	Определение функций	127
5.6	Прототипы функций: обсуждение деталей	132
5.7	Стек вызовов функций и кадры стека	135
5.8	Заголовочные файлы	138
5.9	Передача аргументов по значению и по ссылке	141

## 8 Содержание

5.10	Генератор случайных чисел.....	141
5.11	Пример: игра в кости .....	147
5.12	Классы хранения .....	151
5.13	Правила видимости .....	153
5.14	Рекурсия.....	157
5.15	Пример использования рекурсии: числа Фибоначчи.....	161
5.16	Рекурсия и итерации .....	165
5.17	Безопасное программирование на С .....	167

## 6 Массивы..... 168

6.1	Введение .....	169
6.2	Массивы .....	169
6.3	Определение массивов .....	171
6.4	Примеры массивов.....	171
6.5	Передача массивов функциям .....	185
6.6	Сортировка массивов .....	190
6.7	Пример: вычисление математического ожидания, медианы и моды .....	193
6.8	Поиск в массивах.....	197
6.9	Многомерные массивы .....	203
6.10	Массивы переменной длины.....	210
6.11	Безопасное программирование на С .....	213

## 7 Указатели..... 216

7.1	Введение .....	217
7.2	Переменные-указатели, определение и инициализация .....	217
7.3	Операторы указателей .....	219
7.4	Передача аргументов функциям по ссылке.....	221
7.5	Использование квалификатора const с указателями .....	224
7.5.1	Преобразование строк в верхний регистр с использованием изменяемого указателя на изменяемые данные .....	227
7.5.2	Вывод строки по одному символу с использованием изменяемого указателя на константные данные.....	228
7.5.3	Попытка изменить константный указатель на изменяемые данные .....	231
7.5.4	Попытка изменить константный указатель на константные данные .....	231
7.6	Пузырьковая сортировка с передачей аргументов по ссылке .....	232
7.7	Оператор sizeof .....	236
7.8	Выражения с указателями и арифметика указателей.....	238

7.9	Связь между указателями и массивами.....	242
7.10	Массивы указателей .....	246
7.11	Пример: тасование и раздача карт.....	247
7.12	Указатели на функции .....	251
7.13	Безопасное прогаммирование на С .....	256
<b>8</b>	<b>Символы и строки.....</b>	<b>258</b>
8.1	Введение .....	259
8.2	Основы работы со строками и символами.....	259
8.3	Библиотека функций для работы с символами.....	262
8.3.1	Функции isdigit, isalpha, isalnum и isxdigit .....	263
8.3.2	Функции islower, isupper, tolower и toupper.....	265
8.3.3	Функции isspace, iscntrl, ispunct, isprint и isgraph .....	266
8.4	Функции преобразования строк.....	268
8.4.1	Функция strtod.....	268
8.4.2	Функция strtol.....	269
8.4.3	Функция strtoul.....	270
8.5	Стандартная библиотека ввода/вывода.....	271
8.5.1	Функции fgetc и putchar.....	271
8.5.2	Функция getchar .....	274
8.5.3	Функция sprintf .....	274
8.5.4	Функция sscanf .....	275
8.6	Функции для работы со строками .....	276
8.6.1	Функции strcpy и strncpy.....	277
8.6.2	Функции strcat и strncat .....	278
8.7	Функции сравнения строк.....	279
8.8	Функции поиска в строках.....	281
8.8.1	Функция strchr .....	282
8.8.2	Функция strcspn .....	282
8.8.3	Функция strpbrk .....	283
8.8.4	Функция strrchr .....	283
8.8.5	Функция strspn .....	284
8.8.6	Функция strstr .....	285
8.8.7	Функция strtok.....	285
8.9	Функции для работы с памятью .....	287
8.9.1	Функция memcpy.....	288
8.9.2	Функция memmove .....	288
8.9.3	Функция memcpy .....	289
8.9.4	Функция memchr .....	290
8.9.5	Функция memset .....	290

## 10 Содержание

8.10 Прочие функции для работы со строками .....	291
8.10.1 Функция <code>strerror</code> .....	291
8.10.2 Функция <code>strlen</code> .....	292
8.11 Безопасное программирование на C .....	292

## 9 Форматированный ввод/вывод ..... 294

9.1 Введение .....	295
9.2 Потоки данных .....	295
9.3 Форматированный вывод с помощью <code>printf</code> .....	296
9.4 Вывод целых чисел .....	296
9.5 Вывод вещественных чисел.....	298
9.6 Вывод строк и символов .....	300
9.7 Прочие спецификаторы формата.....	301
9.8 Вывод с указанием ширины поля и точности.....	302
9.9 Использование флагов в строке формата функции <code>printf</code> .....	305
9.10 Вывод литералов и экранированных последовательностей.....	307
9.11 Чтение форматированного ввода с помощью функции <code>scanf</code> .....	308
9.12 Безопасное программирование на C .....	315

## 10 Структуры, объединения, перечисления и поразрядные операции ..... 316

10.1 Введение .....	317
10.2 Определение структур .....	318
10.2.1 Структуры со ссылками на самих себя.....	318
10.2.2 Определение переменных структурных типов .....	319
10.2.3 Имена структур .....	319
10.2.4 Операции над структурами .....	320
10.3 Инициализация структур .....	321
10.4 Доступ к полям структур .....	321
10.5 Передача структур функциям .....	323
10.6 <code>typedef</code> .....	324
10.7 Пример: высокопроизводительная программа перемешивания и раздачи колоды карт .....	325
10.8 Объединения.....	327
10.8.1 Объявление объединений .....	328
10.8.2 Операции над объединениями.....	328
10.8.3 Инициализация объединений в объявлениях.....	328
10.8.4 Демонстрация объединений .....	329
10.9 Поразрядные операторы .....	330
10.9.1 Вывод целых чисел без знака в двоичном представлении.....	331

10.9.2	Повышение переносимости и масштабируемости функции <code>displayBits</code> .....	333
10.9.3	Поразрядные операторы «И», «ИЛИ», исключающее «ИЛИ» и дополнение .....	334
10.9.4	Использование операторов поразрядного сдвига влево и вправо .....	337
10.9.5	Операторы поразрядного присваивания .....	339
10.10	Битовые поля .....	340
10.11	Константы-перечисления .....	343
10.12	Безопасное программирование на C .....	345
<b>11</b>	<b>Файлы</b> .....	<b>347</b>
11.1	Введение .....	348
11.2	Файлы и потоки данных .....	348
11.3	Создание файла с последовательным доступом .....	349
11.4	Чтение данных из файла с последовательным доступом .....	355
11.5	Произвольный доступ к файлам .....	360
11.6	Создание файла с произвольным доступом .....	361
11.7	Запись данных в файл с произвольным доступом .....	363
11.8	Чтение данных из файла с произвольным доступом .....	366
11.9	Пример: реализация программы для работы со счетами .....	368
11.10	Безопасное программирование на C .....	373
<b>12</b>	<b>Структуры данных</b> .....	<b>375</b>
12.1	Введение .....	376
12.2	Структуры, ссылающиеся на себя самих .....	377
12.3	Динамическое выделение памяти .....	377
12.4	Связанные списки .....	379
12.4.1	Функция <code>insert</code> .....	385
12.4.2	Функция <code>delete</code> .....	387
12.4.3	Функция <code>printList</code> .....	388
12.5	Стеки .....	388
12.5.1	Функция <code>push</code> .....	392
12.5.2	Функция <code>pop</code> .....	393
12.5.3	Области применения стеков .....	394
12.6	Очереди .....	395
12.6.1	Функция <code>enqueue</code> .....	399
12.6.2	Функция <code>dequeue</code> .....	400
12.7	Деревья .....	401
12.7.1	Функция <code>insertNode</code> .....	405

## 12 Содержание

12.7.2	Обход дерева: функции inOrder, preOrder и postOrder .....	406
12.7.3	Удаление дубликатов .....	407
12.7.4	Поиск в двоичных деревьях .....	407
12.8	Безопасное программирование на C .....	407
<b>13</b>	<b>Препроцессор .....</b>	<b>409</b>
13.1	Введение .....	410
13.2	Директива препроцессора #include .....	410
13.3	Директива препроцессора #define: символические константы .....	411
13.4	Директива препроцессора #define: макросы .....	412
13.5	Условная компиляция .....	414
13.6	Директивы препроцессора #error и #pragma .....	416
13.7	Операторы # и ## .....	416
13.8	Номера строк .....	417
13.9	Предопределенные символические константы .....	418
13.10	Утверждения .....	418
13.11	Безопасное программирование на C .....	419
<b>14</b>	<b>Разное .....</b>	<b>420</b>
14.1	Введение .....	421
14.2	Перенаправление ввода/вывода .....	421
14.3	Функции с переменным количеством аргументов .....	422
14.4	Использование аргументов командной строки .....	425
14.5	Замечания о компиляции программ из нескольких исходных файлов .....	426
14.6	Завершение выполнения программ с помощью функций exit и atexit .....	429
14.7	Окончания в литералах целых и вещественных чисел .....	430
14.8	Обработка сигналов .....	431
14.9	Динамическое выделение памяти: функции calloc и realloc .....	433
14.10	Безусловные переходы с помощью goto .....	434
<b>A</b>	<b>Таблица предшествования операторов .....</b>	<b>437</b>
<b>B</b>	<b>Набор символов ASCII .....</b>	<b>439</b>
<b>C</b>	<b>Системы счисления .....</b>	<b>440</b>
C.1	Введение .....	441
C.2	Преобразование двоичных чисел в восьмеричное и шестнадцатеричное представление .....	444

C.3	Преобразование восьмеричных и шестнадцатеричных чисел в двоичное представление .....	446
C.4	Преобразование двоичных, восьмеричных и шестнадцатеричных чисел в десятичное представление.....	446
C.5	Преобразование десятичных чисел в двоичное, восьмеричное и шестнадцатеричное представление.....	447
C.6	Отрицательные двоичные числа: нотация дополнения до двух .....	449
<b>D</b>	<b>Сортировка: взгляд в глубину .....</b>	<b>451</b>
D.1	Введение .....	452
D.2	Нотация «Большое O».....	452
D.3	Сортировка методом выбора.....	454
D.4	Сортировка методом вставки .....	457
D.5	Сортировка методом слияния.....	461
<b>E</b>	<b>Дополнительные особенности стандарта C.....</b>	<b>468</b>
E.1	Введение .....	469
E.2	Поддержка положений ревизии C99 .....	470
E.3	Заголовочные файлы в C99 .....	470
E.4	Включение объявлений в выполняемый код .....	471
E.5	Объявление переменных в заголовках инструкций for.....	472
E.6	Назначенные инициализаторы и составные литералы .....	473
E.7	Тип bool.....	476
E.8	Неявный тип int в объявлениях функций .....	477
E.9	Комплексные числа.....	479
E.10	Массивы переменной длины.....	480
E.11	Дополнительные возможности препроцессора .....	483
E.12	Другие особенности, определяемые ревизией C99 .....	485
E.12.1	Минимальные требования компилятора к ресурсам .....	485
E.12.2	Ключевое слово restrict .....	485
E.12.3	Надежное целочисленное деление .....	486
E.12.4	Гибкие члены-массивы .....	486
E.12.5	Ослабление ограничений в составных инициализаторах .....	487
E.12.6	Математические операции обобщенного типа .....	487
E.12.7	Встраиваемые функции .....	488
E.12.8	Инструкция return без выражения .....	488
E.12.9	Предопределенный идентификатор __func__ .....	488
E.12.10	Макрос va_copy .....	489
E.13	Новые особенности в ревизии C11 .....	489



## 14 Содержание

E.13.1	Новые заголовочные файлы в C11.....	489
E.13.2	Поддержка многопоточной модели выполнения .....	490
E.13.3	Функция quick_exit.....	498
E.13.4	Поддержка Unicode®.....	498
E.13.5	Спецификатор функций _Noreturn.....	499
E.13.6	Выражения обобщенного типа .....	499
E.13.7	Аппех I: анализируемость и неопределенное поведение....	499
E.13.8	Анонимные структуры и объединения .....	500
E.13.9	Управление выравниванием в памяти .....	501
E.13.10	Статические утверждения.....	501
E.13.11	Вещественные типы .....	501
E.14	Веб-ресурсы .....	501
<b>F</b>	<b>Отладчик Visual Studio .....</b>	<b>505</b>
F.1	Введение .....	506
F.2	Точки останова и команда Continue.....	506
F.3	Окна Locals и Watch .....	511
F.4	Управление выполнением с помощью команд Step Into, Step Over, Step Out и Continue.....	514
F.5	Окно Autos .....	517
<b>G</b>	<b>Отладчик GNU.....</b>	<b>518</b>
G.1	Введение .....	519
G.2	Точки останова и команды run, stop, continue и print .....	519
G.3	Команды print и set.....	525
G.4	Управление выполнением с помощью команд step, finish и next.....	527
G.5	Команда watch.....	530
	<b>Алфавитный указатель.....</b>	<b>533</b>

# Предисловие

Добро пожаловать в язык программирования C. Эта книга представляет самые современные вычислительные технологии для профессиональных программистов.

Основой этой книги является девиз компании Deitel: «Обучение на действующих примерах». Мы стараемся подавать описание понятий в контексте действующих программ, а не абстрактных фрагментов кода. Каждый пример кода сопровождается одним или несколькими примерами его выполнения. Прочитайте введение «Before You Begin» (прежде чем начать) по адресу [www.deitel.com/books/cfp/cfp\\_BYB.pdf](http://www.deitel.com/books/cfp/cfp_BYB.pdf), где описывается, как подготовить компьютер к опробованию 130 примеров кода в этой книге и своих собственных программ на языке C. Все исходные тексты примеров можно загрузить по адресу: [www.deitel.com/books/cfp](http://www.deitel.com/books/cfp) или [www.pearsonhighered.com/deitel](http://www.pearsonhighered.com/deitel). Используйте их в процессе чтения книги.

Эта книга представляет собой интересное и увлекательное введение в язык программирования C. Если у вас появятся вопросы, отправляйте их по адресу: [deitel@deitel.com](mailto:deitel@deitel.com) – мы постараемся ответить на них максимально быстро. Исправления и дополнения к книге можно найти по адресу: [www.deitel.com/books/cfp](http://www.deitel.com/books/cfp), присоединяйтесь к нашим сообществам в социальных сетях: Facebook ([www.deitel.com/deitelfan](http://www.deitel.com/deitelfan)), Twitter (@deitel), Google+ ([gplus.to/deitel](https://plus.google.com/+deitel)) и LinkedIn ([bit.ly/deitelLinkedIn](http://bit.ly/deitelLinkedIn)), а также подпишитесь на рассылку новостей Deitel® Buzz Online ([www.deitel.com/newsletter/subscribe.html](http://www.deitel.com/newsletter/subscribe.html)).

## Особенности

Ниже перечислены некоторые основные особенности книги «C для программистов с введением в C11».

- **Информация подается с учетом положений нового стандарта языка C.** Книга написана с учетом нового стандарта языка C, который часто называют C11 или просто «стандарт C», потому что он вышел в 2011 году. Поддержка нового стандарта зависит исключительно от компилятора. Многие наши читатели используют либо компилятор GNU gcc, поддерживающий большинство ключевых особенностей нового стандарта, либо компилятор Microsoft Visual C++, который поддерживает лишь ограниченное подмножество особенностей, добавленных в язык C стандартами C99 и C11, в основном те, что также требуются стандартом языка C++. Чтобы не оставить за бортом ни одного из наших читателей, мы поместили обсуждение новых положений в необязательные разделы, которые без ущерба можно пропустить, и в приложение E «Дополнительные стандартные возмож-

ности в языке С». Мы также заменили все устаревшие особенности более новыми их версиями, чтобы обеспечить соответствие новому стандарту.

- **Глава 1.** Представляет собой своеобразный тест-драйв, демонстрирующий порядок запуска консольных программ на языке С в Microsoft Windows, Linux и Mac OS X.
- **Разделы о мерах безопасности при программировании на языке С.** Во многие главы добавлены замечания, касающиеся соблюдения мер безопасности при программировании на языке С. Эти же замечания были собраны нами на странице Secure C Programming Resource Center ([www.deitel.com/SecureC/](http://www.deitel.com/SecureC/)). Дополнительные подробности ищите в разделе «Замечания о мерах безопасности при программировании на языке С» ниже.
- **Особое внимание уделяется проблемам производительности.** Язык С часто пользуется особым предпочтением у разработчиков программных продуктов, предъявляющих особые требования к производительности, таких как операционные системы, системы реального времени, встраиваемые системы и системы связи, поэтому проблемам производительности мы уделили особое внимание.
- **Весь код проверен в Windows и Linux.** Все примеры программ были протестированы с использованием компиляторов Visual C++® и GNU gcc в Windows и Linux соответственно.
- **Сортировка под пристальным вниманием.** Сортировка – интереснейшая задача, потому что *один и тот же результат* можно получить самыми разными способами, которые могут существенно отличаться по таким параметрам, как производительность, потребление памяти и других системных ресурсов, – выбор алгоритма сортировки имеет важнейшее значение. Обсуждение проблем сортировки мы начнем в главе 6, а в приложении D уделим ей особое внимание. Мы познакомимся с разными алгоритмами и сравним их по потреблению памяти и производительности. С этой целью мы расскажем о нотации «большого O», которая описывает сложность алгоритмов, используемых для решения задач. В приложении D мы обсудим сортировку методом выбора (selection sort), сортировку методом вставок (insertion sort) и рекурсивную сортировку методом слияния (recursive merge sort).
- **Приложения с описанием отладчиков.** Мы включили в книгу два приложения с описанием отладчиков Visual Studio® и GNU gdb.
- **Порядок вычислений.** Мы обсудим некоторые тонкости, связанные с порядком вычислений, знание которых поможет вам избежать многих ошибок.

- **Комментарии // в стиле C++.** В примерах мы используем новый и более краткий синтаксис комментариев в стиле языка //, отказавшись от устаревшего стиля /\*...\*/.
- **Стандартная библиотека C.** Раздел 1.3 книги отсылает читателя к электронному справочнику [ru.cppreference.com/w/c](http://ru.cppreference.com/w/c), где можно найти обширную документацию с описанием функций стандартной библиотеки C.

## Замечания о мерах безопасности при программировании на языке C

Как показывает опыт, очень сложно писать промышленные системы, устойчивые к вирусам, червям и другим видам нападений. В настоящее время подобные нападения из Интернета могут происходить мгновенно и носить глобальный характер. Однако уязвимостей в программном обеспечении легко можно избежать. Если заниматься проблемами безопасности с самого начала разработки, это может значительно уменьшить трудозатраты на обеспечение безопасности и повысить устойчивость программного продукта к нападениям.

Для анализа нападений и противодействия им был создан координационный центр CERT® ([www.cert.org](http://www.cert.org)). Группа CERT – Computer Emergency Response Team (группа реагирования на нарушения компьютерной безопасности) – издает и пропагандирует стандарты безопасного программирования, помогая программистам, использующим C и другие языки для создания промышленных систем, избежать применения приемов, открывающих системы для нападений. Группа CERT продолжает выпускать новые стандарты по мере выявления новых проблем безопасности.

Код наших примеров соответствует различным рекомендациям CERT на уровне, подходящем для демонстрации в книге. Если вам предстоит заниматься созданием промышленных систем на языке C, обязательно прочитайте книги Роберта Сикорда (Robert Seacord) «The CERT C Secure Coding Standard» (Addison-Wesley Professional, 2009) и «Secure Coding in C and C++» (Addison-Wesley Professional, 2013). Руководства CERT доступны в электронном виде по адресу [www.securecoding.cert.org](http://www.securecoding.cert.org). Роберт Сикорд, научный редактор этой книги, также представил свои рекомендации в разделах «Безопасное программирование на C». Мистер Сикорд руководит отделом безопасного программирования в группе CERT института разработки программного обеспечения (Software Engineering Institute, SEI) университета Карнеги-Меллона (Carnegie Mellon University) и занимает пост адъюнкт-профессора в школе информатики университета Карнеги-Меллона.

В разделах «Безопасное программирование на C», в главах со 2 по 13, обсуждаются многие важные темы, включая тестирование арифметиче-

ских операций на переполнение; использование беззнаковых целочисленных типов; новые безопасные функции, определяемые стандартом Annex K; важность проверки информации, возвращаемой функциями из стандартной библиотеки; проверка диапазона; безопасное воспроизведение последовательности случайных чисел; проверка границ массивов; приемы предотвращения переполнения буфера; проверка ввода; исключение неопределенностей в поведении; предпочтение функций, возвращающих информацию о состоянии, перед аналогичными функциями, не возвращающими таких данных; гарантия сохранения в указателях допустимых адресов или значения NULL; предпочтение функций C перед макросами препроцессора и многие другие.

## Подход к обучению

Книга «C для программистов с введением в C11» включает богатую коллекцию примеров. При создании примеров основное внимание уделялось надежной практике программирования и ясности программного кода.

**Выделение синтаксиса.** Для повышения читаемости примеров используется прием выделения синтаксиса, как это делает большинство сред разработки и редакторов для программистов. В этой книге используются следующие соглашения:

**так оформляются ключевые слова, константы и литералы**  
так оформляется комментарии и весь остальной код

**Использование шрифтов для выделения.** Все ключевые термины в тексте книги выделяются **жирным** шрифтом. Элементы графического интерфейса приложений выделяются **рубленным шрифтом** (например, меню **File (Файл)**), а фрагменты программного кода — **моноширинным шрифтом** (например, `int x = 5;`).

**Краткое описание целей.** Каждая глава начинается с краткого описания целей главы.

**Иллюстрации.** В книге вы найдете множество диаграмм, таблиц, рисунков, блок-схем, исходного кода программ и примеров вывода этих программ.

**Советы по программированию.** В текст книги мы включили много советов и рекомендаций, чтобы обратить ваше внимание на особенно важные аспекты разработки программного обеспечения. Эти советы являются отражением 80-летнего (в сумме) опыта программирования и обучения.



Так будут оформляться советы и рекомендации, которые помогут вам создавать программы более простые, понятные и удобные для сопровождения.



Так будут оформляться описания распространенных ошибок программирования с целью помочь вам избежать их.



*Так будут оформляться описания ошибок и способов их предотвращения. Во многих случаях будут описываться аспекты программирования на C, препятствующие появлению ошибок.*



*Так будут оформляться советы и рекомендации по повышению производительности приложений и уменьшению потребления памяти.*



*Так будут оформляться советы и рекомендации по повышению переносимости кода, который должен выполняться на разных платформах.*



*Так будут оформляться описания решений, влияющих на архитектуру программных систем, в первую очередь крупномасштабных.*

**Алфавитный указатель.** В конце книги вы найдете обширный алфавитный указатель, который будет особенно полезен, когда вы будете использовать эту книгу в качестве справочника. В него включены основные термины с номерами страниц, где они встречаются.

## Программное обеспечение, используемое в книге

Мы писали эту книгу, попутно используя свободно распространяемый компилятор GNU C ([gcc.gnu.org/install/binaries.html](http://gcc.gnu.org/install/binaries.html)), который предустановлен в большинстве систем Linux и может быть установлен в Mac OS X и Windows, а также бесплатную версию Microsoft Visual Studio Express 2012 for Windows Desktop ([www.microsoft.com/express](http://www.microsoft.com/express)). Компилятор Visual C++ в Visual Studio способен компилировать программы на обоих языках, C и C++. Компания Apple включает компилятор LLVM в свой комплект инструментов разработки Xcode, который пользователи Mac OS X могут загрузить бесплатно из Mac App Store. Кроме того, в Интернете можно найти множество других бесплатных компиляторов C.

## Основы языка C: видеоуроки, части I и II

В нашем комплекте видеоуроков «C Fundamentals: Parts I and II» (доступен с осени 2013 года) рассказывается обо всем, что необходимо знать, чтобы начать создавать надежные и мощные программы на языке C. Он включает видеоматериалы с лекциями общей продолжительностью 10+ часов, в ос-

нове которых лежат сведения из данной книги. За дополнительной информацией о видеоуроках из серии «Deitel LiveLessons» обращайтесь по адресу:

[www.deitel.com/livelessons](http://www.deitel.com/livelessons)

или пишите на электронный адрес [deitel@deitel.com](mailto:deitel@deitel.com). Доступ к видеоурокам из серии LiveLessons можно также получить, подписавшись на услугу Safari Books Online ([www.safaribooksonline.com](http://www.safaribooksonline.com)).

## Благодарности

Мы хотим выразить благодарность Эбби Дейтел (Abbey Deitel) и Барбаре Дейтел (Barbara Deitel), что посвятили массу времени этому проекту. Нам повезло работать с командой опытных профессионалов и знатоков издательского дела из издательства Prentice Hall/Pearson. Мы высоко ценим невероятные усилия и помощь нашего друга и профессионала, сотрудничающего с нами вот уже 17 лет, Марка Л. Тауба (Mark L. Taub), шеф-редактора из Pearson Technology Group. Кэрол Шнайдер (Carole Snyder) превосходно справилась с организацией процесса редактирования. Чути Прасертсих (Chuti Prasertsith) создал оригинальную обложку для книги. Джон Фуллер (John Fuller) давно и плодотворно занимается организацией издания всех наших книг из серии «Deitel®: Библиотека разработчика».

### *Рецензенты*

Мы весьма благодарны нашим рецензентам, которые, несмотря на весьма ограниченные сроки, тщательно проверили текст книги и исходный код примеров, и внесли бесчисленное множество ценных советов по их улучшению: доктор Джон Ф. Дойл (Dr. John F. Doyle, юго-восточное отделение университета штата Индиана), Хемант Х.М. (Hemanth H.M., программист из SonicWALL), Витаутас Леонавичус (Vytautas Leonavicius, Microsoft), Роберт Сикорд (Robert Seacord, руководитель отдела безопасного программирования в SEI/CERT, автор «The CERT C Secure Coding Standard» и технический эксперт в рабочей группе по международной стандартизации языка программирования C) и Хосе Антонио Гонсалес Секо (José Antonio González Seco, парламент Андалусии, Испания).

Хорошо, что вы есть! C11 – мощный язык программирования, который поможет вам быстро и эффективно писать высокопроизводительные программы. C11 прекрасно подходит для разработки систем уровня предприятия и позволяет организациям создавать свои мощные информационные системы. Нам интересно будет знать ваше мнение об этой книге. Свои предложения, замечания и исправления вы можете направлять по адресу:

[deitel@deitel.com](mailto:deitel@deitel.com)

Мы постараемся ответить максимально быстро, а свои ответы и разъяснения мы разместим по адресу:

[www.deitel.com/books/cfp](http://www.deitel.com/books/cfp)

Мы надеемся, вам понравится книга «С для программистов с введением в С11» так же, как нам понравилось писать ее!

*Пол и Харви Дейтел*

## Об авторах

**Пол Дейтел (Paul Deitel)**, исполнительный и технический директор компании Deitel & Associates, Inc., окончил Массачусетский технологический институт, где изучал информационные технологии. Работая в Deitel & Associates, Inc., прочитал сотни курсов по программированию на промышленных предприятиях, в правительственных и военных организациях, включая Cisco, IBM, Siemens, Sun Microsystems, Dell, Fidelity, NASA (в космическом центре имени Кеннеди), национальную лабораторию исследования ураганов (США), полигон «White Sands Missile Range», RogueWave Software, Boeing, SunGard Higher Education, Nortel Networks, Puma, iRobot, Invensys и многие другие. Он и его соавтор, доктор Харви М. Дейтел (Harvey M. Deitel), являются самыми востребованными авторами книг и видеоуроков, посвященных различным языкам программирования.

**Доктор Харви Дейтел (Harvey Deitel)**, президент и директор по стратегическим вопросам компании Deitel&Associates, Inc., обладает более чем 50-летним опытом работы в области вычислительной техники. Доктор Дейтел имеет степень бакалавра и магистра электротехники (применение вычислительной техники в обучении) Массачусетского технологического института, а также степень доктора математических наук, которую он защитил в Бостонском университете. Имеет огромный опыт преподавания, в том числе и на посту руководителя кафедры информатики в Бостонском колледже, который он занимал до того, как вместе со своим сыном Полом Дейтелом основал компанию Deitel & Associates, Inc., в 1991 году. Доктор Дейтел организовал сотни семинаров по программированию в крупных корпорациях, академических институтах, правительственных и военных организациях. Труды доктора Дейтела имеют международное признание и переведены на множество языков, в том числе китайский, корейский, японский, немецкий, русский, испанский, французский, польский, итальянский, португальский, греческий, урду и турецкий.

## Корпоративные тренинги от Deitel & Associates, Inc.

Компания Deitel & Associates, Inc., основанная Полом и Харви Дейтел, известна во всем мире своими корпоративными тренингами и услугами по организации разработки программного обеспечения. Она специализиру-



## 22 Предисловие

ется на преподавании языков программирования, объектных технологий, особенностей разработки приложений для Android и iOS и веб-технологий. Компания предлагает проведение курсов у клиентов, независимо от страны, по изучению основных языков программирования и платформ, включая C, C++, Visual C++®, Java™, Visual C#®, Visual Basic®, XML®, Python®, объектные технологии, веб-программирование, разработку приложений для Android™, разработку приложений на Objective-C для iOS® и еще огромное количество курсов по разработке программного обеспечения. В число клиентов Deitel & Associates, Inc., входят крупнейшие мировые компании, а также правительственные и военные организации, академические институты.

За 37-летний промежуток сотрудничества с издательством Prentice Hall/Pearson, Deitel & Associates, Inc., опубликовала множество книг по профессиональному программированию, учебников и видеокурсов. Обратиться со своими предложениями к авторам книги и в компанию Deitel & Associates, Inc., можно по адресу:

[deitel@deitel.com](mailto:deitel@deitel.com)

Получить более подробную информацию о серии корпоративных тренингов Deitel Dive-Into® можно на сайте:

[www.deitel.com/training](http://www.deitel.com/training)

Заявки на проведение тренингов с преподавателем в своей организации вы можете направлять по электронному адресу: [deitel@deitel.com](mailto:deitel@deitel.com).

Эта книга также доступна в электронном виде подписчикам услуги Safari Books Online по адресу:

[www.safaribooksonline.com](http://www.safaribooksonline.com)

Желающие в индивидуальном порядке приобрести книги и подписаться на видеокурсы компании Deitel могут сделать это на сайте. Оптовые заказы компаний, правительственных и военных организаций, а также академических институтов должны направляться непосредственно в издательство Pearson. За дополнительной информацией обращайтесь по адресу:

[www.informit.com/store/sales.aspx](http://www.informit.com/store/sales.aspx)