



# Предисловие

Данная книга представляет собой полное справочное руководство по языку программирования C и его библиотеке времени выполнения. Книга призвана служить удобным, надежным подручным справочником для любого программиста на языке программирования C в его повседневной работе. В ней описаны все элементы языка с многочисленными примерами их использования.

Настоящее описание языка C основано на международном стандарте Си 2011 года, ISO/IEC 9899:2011, широко известном как C11. Этот стандарт заменяет стандарт C99, ISO/IEC 9899:1999? и его технические дополнения TC1 2001 года, TC2 2004 года и TC3 2007 года. Первый Международный стандарт C, ISO/IEC 9899:1990, был опубликован в 1990 году и дополнен в 1995 году Нормативным Дополнением 1 (ISO/IEC 9899/AMD1:1995). Стандарт ISO/IEC 1990 соответствует ANSI-стандарту X3.159, который был ратифицирован в конце 1989 года и обычно называется “ANSI C” или “C89”.

Новые возможности стандарта 2011 года пока не поддерживаются полностью всеми компиляторами и стандартными библиотеками. Поэтому в данной книге с помощью аббревиатуры “C11” помечены возможности, введенные в язык в 2011 году, например многопоточность, макросы, не зависящие от типа, и новые функции стандартной библиотеки. Расширения, которые были введены стандартом C99, помечены как C99.

Эта книга не является введением в программирование на языке программирования C. Хотя она охватывает основы языка, она не была задумана и организована как учебник. Если вы новичок в C, предполагается, что вы прочли хотя бы одну из множества книг для начинающих или знакомы с похожими языками, такими как Java или C++.

## Организация книги

Книга разделена на три части. В первой части описан язык C в строгом смысле этого термина, во второй — стандартная библиотека, а в третьей — процесс

компиляции и тестирования программ с помощью популярных инструментов из коллекции программного обеспечения GNU.

## Часть I. Язык

**Часть I**, посвященная языку программирования C, включает главы с 1 по 15. После главы 1, “Основы языка C”, в которой описаны общие концепции и элементы языка, каждая глава посвящена конкретной теме, такой как типы, инструкции или указатели. Хотя темы упорядочены так, чтобы основные концепции для каждого нового раздела были представлены в предыдущей главе — например, типы описаны до выражений и операторов, которые описаны до инструкций, и т.д., — иногда может потребоваться обращаться к более поздним главам, чтобы представить картину более полно. Например, в главе 5, “Выражения и операторы”, необходима информация об указателях и массивах, хотя они и не описаны подробно до глав 8, “Массивы”, и 9, “Указатели”.

### *Глава 1. Основы языка C*

Описаны характеристики языка и способы структурирования и компиляции программ на C. В этой главе вводятся основные понятия, такие как единица трансляции, наборы символов и идентификаторы.

### *Глава 2. Типы*

Предоставлен обзор типов C и описаны фундаментальные типы, тип `void` и типы перечислений.

### *Глава 3. Литералы*

Описаны числовые константы, символьные константы и строковые литералы, включая управляющие последовательности.

### *Глава 4. Преобразования типов*

Описаны явные и неявные преобразования типов, включая целочисленное повышение и обычные арифметические преобразования.

### *Глава 5. Выражения и операторы*

Описаны вычисление выражений, все операторы и совместимые с ними операнды.

### *Глава 6. Инструкции*

Описаны такие инструкции C, как блоки, циклы и переходы.

### *Глава 7. Функции*

Описаны определение функций и их вызовы, включая рекурсивные и встраиваемые функции.

### *Глава 8. Массивы*

Описаны массивы фиксированного и переменного размеров, включая строки, инициализацию массивов и многомерные массивы.

### *Глава 9. Указатели*

Описаны определение и применение указателей на объекты и функции.

### *Глава 10. Структуры, объединения и битовые поля*

Описана организация данных в соответствующих пользовательских типах.

### *Глава 11. Объявления*

Описаны общий синтаксис объявлений, связывания идентификаторов и продолжительность хранения объектов.

### *Глава 12. Управление динамической памятью*

Описаны функции стандартной библиотеки для управления динамической памятью и проиллюстрировано их применение в простой реализации обобщенного бинарного дерева.

### *Глава 13. Ввод-вывод*

Описаны концепции ввода-вывода в С и дан обзор функций ввода-вывода стандартной библиотеки.

### *Глава 14. Многопоточность*

Описано использование многопоточных возможностей С11, включая атомарные операции, сообщения между потоками и память для потоков.

### *Глава 15. Директивы препроцессора*

Описаны определение и применение макросов, условная компиляция и все прочие директивы и операторы препроцессора.

## **Часть II. Стандартная библиотека**

**Часть II**, состоящая из глав 16–18, посвящена стандартной библиотеке С. В ней представлены обзор стандартных заголовков и подробный справочник по функциям.

### *Глава 16. Стандартные заголовочные файлы*

Описаны содержимое заголовочных файлов и их использование. Заголовочные файлы содержат все макросы и определения типов стандартной библиотеки.

### *Глава 17. Обзор функций*

Представлены обзор функций стандартной библиотеки, организованный по областям применения функций (например, математические функции, функции для работы с датой и временем и т.п.).

### *Глава 18. Функции стандартной библиотеки*

Детально описаны все функции стандартной библиотеки в алфавитном порядке; содержатся примеры применения каждой функции.

## **Часть III. Основные инструменты**

В этой части книги, которая включает в себя главы 19–22, представлена необходимая информация по основному инструментарию программиста на языке C: компилятор, утилита `make` и отладчик. Здесь описаны инструменты из набора программного обеспечения GNU. В качестве примера применения этих инструментов в интегрированной среде разработки для C использована интегрированная среда Eclipse IDE.

### *Глава 19. Компиляция с использованием GCC*

Описаны основные возможности, которые предлагает широко используемый компилятор для программистов на языке программирования C.

### *Глава 20. Применение `make` для построения программ*

Описано использование программы `make` для автоматизации процесса компиляции больших программ.

### *Глава 21. Отладка с помощью GDB*

Описано, как запускать программы под управлением отладчика GNU и как анализировать поведение программ во время выполнения для поиска логических ошибок.

### *Глава 22. Использование интегрированной среды программирования*

Описано использование интегрированной среды разработки для удобной работы со всем инструментарием разработки программ на языке C.

## **Дополнительные материалы**

Помимо работ, упомянутых в соответствующих местах в тексте, имеется целый ряд ресурсов для читателей, которые хотят получить больше технических подробностей, чем эта книга может предоставить. Международная рабочая группа по стандартизации C имеет официальную начальную страницу по адресу <http://www.open-std.org/jtc1/sc22/wg14>, на которой имеются ссылки на последнюю версию стандарта языка и на текущие проекты рабочей группы.

Читателям, которых интересуют ответы не только на вопросы *что* и *как*, но и на вопрос *почему*, сайт WG14 предлагает ссылки на некоторые из черновиков и обоснований. В этих документах описан ряд мотивов и ограничений, проявившихся в процессе стандартизации. Кроме того, для тех, кого интересует, как язык программирования C стал именно таким, каков он есть, ныне покойный Деннис Ритчи (Dennis Ritchie)

написал статью *The Development of the C Language* (“Развитие языка C”). Этот и другие исторические документы по-прежнему доступны на его веб-сайте в Bell Labs по адресу <https://www.bell-labs.com/usr/dmr/www/index.html>.

Читателям, которые хотят более детально познакомиться с математическими вычислениями с плавающей точкой за рамками C, возможно, будет интересна работа Дэвида Гольдберга (David Goldberg) *What Every Computer Scientist Should Know About Floating-Point Arithmetic* (“Что каждый ученый-кибернетик должен знать об арифметике с плавающей точкой”), доступная по адресу [http://docs.sun.com/source/806-3568/ncg\\_goldberg.html](http://docs.sun.com/source/806-3568/ncg_goldberg.html).

## Соглашения, принятые в этой книге

В этой книге используются следующие типографские соглашения о шрифтах и оформлении.

### *Курсив*

Обозначает новые термины и важные понятия.

### Моноширинный шрифт

Указывает все элементы исходного текста C: ключевые слова, операторы, переменные, функции, макросы, типы, параметры и литералы. Используется также для консольных команд и их вывода, для имен файлов, каталогов и URL.

### **Полужирный моноширинный шрифт**

Подчеркивает рассматриваемые функции или инструкции в примерах кода. В сеансах компиляции, построения и отладки указывает команды, вводимые пользователем.

### Моноширинный наклонный шрифт

Указывает параметры в прототипах функций или заполнители, которые должны быть заменены вашими значениями.



Совет или предложение.



Общее замечание.



Предупреждение или предостережение.

## Использование примеров исходных текстов

Дополнительные материалы (примеры исходных текстов, упражнения и т.д.) доступны по адресу <https://github.com/oreillymedia/c-in-a-nutshell-2E>.

Эта книга призвана помочь программистам в выполнении их работы. В общем случае, если в книге предложен некоторый пример кода, вы можете свободно использовать его в своих программах и документации. Вам не нужно связываться с издательством для получения разрешения, если только вы не воспроизводите значительную часть кода. Например, для написания программы, в которой используется несколько фрагментов кода из этой книги, разрешение получать не нужно. Однако для продажи или передачи на CD-ROM примеров из книг издательства O'Reilly необходимо разрешение. Для ссылки на книгу или пример кода из нее при ответе на вопрос в форуме разрешение не требуется. Для включения же значительного количества кода из примеров этой книги в свой продукт или документацию необходимо получить разрешение.

Если вы считаете, что использование вами примеров кода выходит за пределы добросовестного использования или требует разрешения, свяжитесь с нами по почте: [permissions@oreilly.com](mailto:permissions@oreilly.com).

## Благодарности

Оба автора хотели бы поблагодарить всех сотрудников издательства O'Reilly за их фантастическую работу над нашей книгой, а особенно — наших редакторов Рейчел Румелиотис (Rachel Roumeliotis) и Кэти Скулинг (Katie Schooling) за руководство нами на этом пути. Мы также благодарим технических рецензентов Мэтта Кроуфорда (Matt Crawford), Дэвида Китабджиана (David Kitabjian), Криса ЛаПре (Chris LaPre), Джона Крейга (John C. Craig) и Лойка Пефферкорна (Loic Pefferkorn) за ценные отзывы о нашей книге. Мы признательны техническому редактору Кристен Браун (Kristen Brown) и литредактору Джиллиан Мак-Гарви (Gillian McGarvey) за внимание к книге и ее стилю. Наконец только благодаря Джонатану Геннику (Jonathan Gennick) весь этот проект в свое время пришел в движение.

## Питер

Я хотел бы поблагодарить Тони, прежде всего за превосходное сотрудничество. Кроме того, выражаю сердечную признательность всем моим друзьям за понимание, которое они проявляют снова и снова, когда у меня так мало времени для них. Я посвящаю эту книгу моим дочерям, Вивиан (Vivian) и Джанет (Jeanette) — обе они имеют ученые степени в области компьютерных наук, — которые укрепили мою решимость осуществить этот проект.

## Тони

Я благодарю Питера за то, что он отдал мне в этой книге ровно столько места, сколько я смог заполнить.

## Об авторах

**Питер Принц** (Peter Prinz) — руководитель семинара и разработчик учебного курса для тысяч программистов в операционных системах Unix и Windows. В качестве главного разработчика и одного из основателей компании Authensis AG в области информационных технологий в Германии он приобрел обширный опыт в разработке программного обеспечения для компьютерной телефонии. Питер также является автором нескольких книг по разработке программного обеспечения на C/C++, большинство из которых, включая *C Pocket Reference* издательства O'Reilly, написано им в соавторстве с Уллой Кирх-Принц.

**Тони Кроуфорд** (Tony Crawford) — внештатный писатель, редактор и переводчик, живущий и работающий в Берлине.

## Об изображении на обложке

На обложке этой книги изображено животное, о котором можно сказать кратко: это корова. В широком смысле это член семейства одомашненных видов, известного европейцам под названием “крупный рогатый скот” (*Bos taurus*). В обычной терминологии, связанной с крупным рогатым скотом, слово “корова” относится ко взрослой самке (точнее, рожавшей самке), в отличие от телки (молодой самки), вола (кастрированного самца) или быка (полноценного самца).

Весь домашний крупный рогатый скот происходит от тура, древнего длиннорогого быка, который имел рост до двух метров в холке и весил, как половина носорога. Изображение головы тура в настоящее время размещено на румынской военной форме и на молдавском флаге. Исторически эта эмблема прослеживается до королевского штандарта, принятого в 1359 году Богданом I, основателем румынского княжества Богдания (позднее переименованного в Молдову). Изображения профилей этого животного времен палеолита встречаются в наскальных рисунках в Европе, а их анимированные визуализации можно найти в видеоиграх. Туры были объектами страха и поклонения в ряде обществ на протяжении веков.

Тур, как предполагается, возник в Индии около двух миллионов лет назад. Со временем эти животные распространилась на соседние континенты и разделились по меньшей мере на три генетически различные группы, которые были одомашнены независимо одна от другой. Одомашнивание туров началось приблизительно 8–10 тысяч лет назад на Южном Кавказе и в Северной Месопотамии; европейский

скот — потомок этой группы. Небольшие группы диких зубров дожили в лесах Восточной Европы до средних веков (последний из них был убит браконьером в 1627 году). В начале XX века в Германии были предприняты попытки возродить зубра (руководствуясь додарвиновской концепцией атавизма) с помощью примитивных видов рогатого скота; результатом этих экспериментов стал бык Хека.

В Америку европейский скот попал с Колумбом во время его второго путешествия; в настоящее время в Америке насчитываются сотни его пород. Популярное заблуждение — что рога имеют только самцы; на самом деле животные обоих полов рождаются с рогами (за исключением нескольких пород). Рога не у быка являются редкостью, поскольку общая практика разведения современного крупного рогатого скота предусматривает удаление зародышей рогов у телят сразу при рождении (прежде чем начнется развитие рогов).

## **Ждем ваших отзывов!**

Вы, читатель этой книги, и есть главный ее критик. Мы ценим ваше мнение и хотим знать, что было сделано нами правильно, что можно было сделать лучше и что еще вы хотели бы увидеть изданным нами. Нам интересны любые ваши замечания в наш адрес.

Мы ждем ваших комментариев и надеемся на них. Вы можете прислать нам бумажное или электронное письмо либо просто посетить наш веб-сайт и оставить свои замечания там. Одним словом, любым удобным для вас способом дайте нам знать, нравится ли вам эта книга, а также выскажите свое мнение о том, как сделать наши книги более интересными для вас.

Отправляя письмо или сообщение, не забудьте указать название книги и ее авторов, а также свой обратный адрес. Мы внимательно ознакомимся с вашим мнением и обязательно учтем его при отборе и подготовке к изданию новых книг.

Наши электронные адреса:

E-mail: [info@dialektika.com](mailto:info@dialektika.com)  
WWW: <http://www.dialektika.com>

Наши почтовые адреса:

в России: 195027, Санкт-Петербург, Магнитогорская ул., д. 30, ящик 116  
в Украине: 03150, Киев, а/я 152