

ИЗУЧАЕМ PYTHON

ПРОГРАММИРОВАНИЕ ИГР,
ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ДАННЫХ, ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ

ЭРИК МЭТИЗ



PYTHON CRASH COURSE

A Hands-On, Project-Based
Introduction to Programming

by Eric Matthes



San Francisco

ЭРИК МЭТИЗ

ИЗУЧАЕМ PYTHON

ПРОГРАММИРОВАНИЕ ИГР,
ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ДАННЫХ,
ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ



Санкт-Петербург · Москва · Екатеринбург · Воронеж
Нижний Новгород · Ростов-на-Дону
Самара · Минск

2017

ББК 32.973.2-018.1

УДК 004.43

М54

Мэттис Эрик

- М54 Изучаем Python. Программирование игр, визуализация данных, веб-приложения. — СПб.: Питер, 2017. — 496 с.: ил. — (Серия «Библиотека программиста»).
ISBN 978-5-496-02305-4

Книга «Изучаем Python» — это ускоренный курс, который позволит вам сэкономить время и сразу начать писать работоспособные программы (игры, визуализации данных, веб-приложения и многое другое). Хотите стать программистом? В первой части книги вам предстоит узнать о базовых принципах программирования, познакомиться со списками, словарями, классами и циклами, вы научитесь создавать программы и тестировать код. Во второй части книги вы начнете использовать знания на практике, работая над тремя крупными проектами: создадите собственную «стрелялку» с нарастающей сложностью уровней, займитесь работой с большими наборами данных и освойте их визуализацию, и, наконец, создадите полноценное веб-приложение на базе Django, гарантирующее конфиденциальность пользовательской информации. Если вы решились разобраться в том, что такое программирование, не нужно ждать. Ключ на старт и вперед!

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

ББК 32.973.2-018.1

УДК 004.43

Права на издание получены по соглашению с No Starch Press. Все права защищены. Никакая часть данной книги не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме без письменного разрешения владельцев авторских прав.

ISBN 978-1593276034 англ.

ISBN 978-5-496-02305-4

© 2016 by Eric Matthes

© Перевод на русский язык ООО Издательство «Питер», 2017

© Издание на русском языке, оформление
ООО Издательство «Питер», 2017

© Серия «Вы и ваш ребенок», 2017

Оглавление

| | |
|--------------------------------------------------------|-----------|
| Об авторе | 10 |
| Благодарности | 12 |
| Введение | 13 |
| Часть I. Основы | 16 |
| Глава 1. Начало работы | 17 |
| Подготовка среды программирования | 17 |
| Решение проблем с установкой | 28 |
| Запуск программ Python в терминале | 29 |
| Итоги | 31 |
| Глава 2. Переменные и простые типы данных | 32 |
| Что происходит при запуске hello_world.py | 32 |
| Переменные | 32 |
| Строки | 35 |
| Числа | 41 |
| Комментарии | 44 |
| Философия Python | 45 |
| Итоги | 47 |
| Глава 3. Списки | 48 |
| Что такое список? | 48 |
| Индексы начинаются с 0, а не с 1 | 49 |
| Упорядочение списка | 56 |
| Ошибки индексирования при работе со списками | 59 |
| Итоги | 61 |
| Глава 4. Работа со списками | 62 |
| Перебор всего списка | 62 |

6 Оглавление

| | |
|---------------------------------------------------------|------------|
| Создание числовых списков | 69 |
| Работа с частью списка | 73 |
| Кортежи | 77 |
| Стиль программирования | 79 |
| Итоги | 82 |
| Глава 5. Команды if | 83 |
| Проверка условий | 84 |
| Команды if | 89 |
| Использование команд if со списками | 96 |
| Оформление команд if | 99 |
| Итоги | 100 |
| Глава 6. Словари | 101 |
| Простой словарь | 101 |
| Работа со словарями | 102 |
| Перебор словаря | 107 |
| Вложение | 113 |
| Итоги | 119 |
| Глава 7. Ввод данных и циклы while | 120 |
| Как работает функция input() | 120 |
| Циклы while | 124 |
| Использование цикла while со списками и словарями | 130 |
| Итоги | 134 |
| Глава 8. Функции | 135 |
| Определение функции | 135 |
| Передача аргументов | 137 |
| Возвращаемое значение | 142 |
| Передача списка | 147 |
| Хранение функций в модулях | 154 |
| Стилевое оформление функций | 158 |
| Итоги | 159 |
| Глава 9. Классы | 160 |
| Создание и использование класса | 161 |
| Работа с классами и экземплярами | 165 |
| Наследование | 170 |
| Импортирование классов | 176 |
| Импортирование нескольких классов из модуля | 179 |
| Стандартная библиотека Python | 182 |
| Оформление классов | 184 |
| Итоги | 184 |

| | |
|--------------------------------------------------|------------|
| Глава 10. Файлы и исключения | 185 |
| Чтение из файла | 185 |
| Запись в файл | 193 |
| Исключения | 195 |
| Сохранение данных | 204 |
| Итоги | 209 |
| Глава 11. Тестирование | 210 |
| Тестирование функции | 210 |
| Тестирование класса | 216 |
| Итоги | 222 |
| Часть II. Проекты. | 224 |
| Программирование игры на языке Python | 224 |
| Визуализация данных | 224 |
| Веб-приложения | 224 |
| Глава 12. Стреляющий корабль | 226 |
| Планирование проекта | 226 |
| Установка Pygame | 227 |
| Создание проекта игры | 231 |
| Добавление изображения корабля | 235 |
| Рефакторинг: модуль game_functions | 238 |
| Управление кораблем | 240 |
| В двух словах | 247 |
| Стрельба | 248 |
| Итоги | 255 |
| Глава 13. Осторожно, пришельцы! | 256 |
| Анализ проекта | 256 |
| Создание пришельца | 257 |
| Построение флота | 260 |
| Перемещение флота | 266 |
| Уничтожение пришельцев | 270 |
| Завершение игры | 274 |
| Определение исполняемых частей игры | 280 |
| Итоги | 280 |
| Глава 14. Ведение счета | 281 |
| Добавление кнопки Play | 281 |
| Повышение сложности | 288 |
| Подсчет очков | 291 |
| Итоги | 307 |

| | |
|------------------------------------------------------------------|------------|
| Глава 15. Генерирование данных | 309 |
| Установка matplotlib | 309 |
| Построение простого графика | 311 |
| Случайное буждание | 319 |
| Моделирование бросков кубиков в Pygal | 327 |
| Итоги | 335 |
| Глава 16. Загрузка данных | 336 |
| Формат CSV | 336 |
| Формат JSON | 348 |
| Итоги | 361 |
| Глава 17. Работа с API | 362 |
| Использование API веб-приложений | 362 |
| Итоги | 378 |
| Глава 18. Знакомство с Django | 380 |
| Подготовка к созданию проекта | 380 |
| Начало работы над приложением | 385 |
| Построение других страниц | 398 |
| Итоги | 407 |
| Глава 19. Учетные записи пользователей | 408 |
| Редактирование данных | 408 |
| Создание учетных записей пользователей | 419 |
| Редактирование данных | 428 |
| Итоги | 435 |
| Глава 20. Оформление и развертывание приложения | 437 |
| Оформление приложения Learning Log | 437 |
| Развертывание Learning Log | 448 |
| Итоги | 465 |
| Приложение А. Установка Python | 466 |
| Python в системе Linux | 466 |
| Python в OS X | 467 |
| Python в Windows | 468 |
| Ключевые слова и встроенные функции Python | 469 |
| Приложение Б. Текстовые редакторы | 471 |
| Geany | 471 |
| Sublime Text | 474 |
| IDLE | 476 |
| Emacs и vim | 477 |

| | |
|------------------------------------------------------|------------|
| Приложение В. Помощь и поддержка | 478 |
| Первые шаги | 478 |
| Поиск в Интернете | 479 |
| IRC (Internet Relay Chat) | 481 |
| Приложение Г. Git и контроль версий | 483 |
| Установка Git | 483 |
| Создание проекта | 484 |
| Игнорирование файлов | 484 |
| Инициализация репозитория | 485 |
| Проверка статуса | 485 |
| Добавление файлов в репозиторий | 486 |
| Закрепление | 486 |
| Просмотр журнала | 487 |
| Второе закрепление | 487 |
| Отмена изменений | 488 |
| Извлечение предыдущих закреплений | 489 |
| Удаление репозитория | 490 |
| Послесловие | 492 |

Об авторе

Эрик Мэттис (Eric Matthes), преподаватель физики и математики, живет на Аляске и ведет курс Python начального уровня. Эрик пишет программы с пяти лет, а в настоящее время занимается разработкой продуктов, которые исправляют недочеты в системе образования и помогают использовать возможности программных продуктов с открытым кодом в системе образования. В свободное время занимается альпинизмом и проводит время с семьей.

О научном рецензенте

Кеннет Лав (Kenneth Love) — преподаватель и программист Python с многолетним стажем. Он выступал с докладами и лекциями на конференциях, занимался профессиональной подготовкой, работал внештатным программистом Python и Django, а в настоящее время ведет занятия в компании дистанционного образования. Кеннет также является одним из создателей пакета `django-braces`, представляющего удобные примеси (`mixins`) для представлений на базе классов Django. Желающие могут читать его сообщения в Твиттере (@kennethlove).

Моему отцу, который никогда не жалел времени, чтобы ответить на мои вопросы по прогрессии мировнию, и Эверу, который только и чиняет здесь мне свои вопросы.

Благодарности

Эта книга никогда бы не появилась на свет без великолепных, чрезвычайно профессиональных сотрудников издательства *No Starch Press*. Билл Поллок (Bill Pollock) предложил мне написать вводный учебник, и я глубоко благодарен ему за это. Тайлер Ортман (Tyler Ortmann) помог привести в порядок мои идеи на ранней стадии подготовки чернового варианта. Лиз Чедвик (Liz Chadwick) и Лесли Шен (Leslie Shen) предоставили бесценные отзывы на исходные варианты каждой главы, а Энн Мэри Уокер (Anne Marie Walker) помогла прояснить многие части книги. Райли Хоффман (Riley Hoffman) отвечал на все вопросы, которые возникали у меня в процессе построения полной книги, и терпеливо превращал мою работу в прекрасный завершенный продукт.

Также хочу поблагодарить Кеннета Лава (Kenneth Love), научного рецензента книги. Я познакомился с Кеннетом на конференции PyCon, и его энтузиазм в отношении языка и сообщества Python с тех пор неизменно оставался для меня источником профессионального вдохновения. Кеннет вышел за рамки простой проверки фактов; он следил за тем, чтобы книга помогала начинающим программистам сформировать основательное понимание языка Python и программирования в целом. Вместе с тем ответственность за все оставшиеся неточности лежит исключительно на мне.

Я хочу поблагодарить своего отца, который познакомил меня с программированием в раннем возрасте и не побоялся, что я сломаю его оборудование. Также хочу сказать спасибо своей жене Эрин за поддержку и помошь во время работы над книгой и своему сыну Эверу, чья любознательность постоянно служит мне примером.

Введение

У каждого программиста найдется своя история о том, как он написал свою первую программу. Я начал изучать программирование еще в детстве, когда мой отец работал на *Digital Equipment Corporation*, одну из ведущих компаний современной эры вычислительной техники. Я написал свою первую программу на компьютере, который был собран моим отцом из набора комплектующих в подвале дома. Компьютер представлял собой системную плату (без корпуса), подключенную к клавиатуре, а в качестве монитора использовалась простейшая электронно-лучевая трубка. Моей первой программой стала игра по отгадыванию чисел, которая выглядела примерно так:

```
Я загадал число! Попробуйте отгадать мое число: 25
Слишком мало! Следующая попытка: 50
Слишком много! Следующая попытка: 42
Верно! Хотите сыграть снова? (да/нет) нет
Спасибо за игру!
```

Никогда не забуду, как доволен я был, когда моя семья играла в написанную мной игру и все работало точно так, как я задумал.

Мои ранние переживания имели далеко идущие последствия. Очень приятно построить нечто, предназначеннное для конкретной цели; нечто, успешно решающее свою задачу. Программы, которые я пишу сейчас, намного серьезнее моих детских попыток, но чувство удовлетворения, которое я ощущаю от вида работающей программы, остается практически тем же.

Для кого написана эта книга?

Цель этой книги — как можно быстрее ввести читателя в курс дела, чтобы тот начал писать на Python работоспособные программы (игры, визуализации данных и веб-приложения), и одновременно заложить основу в области программирования, которая пригодится ему на протяжении всей жизни. Книга написана для людей любого возраста, которые прежде никогда не программировали на Python или вообще никогда не программировали. Если вы хотите быстро изучить азы программирования, чтобы сосредоточиться на интересных проектах, а также проверить свое понимание новых концепций на содержательных задачах — эта книга для вас. Книга также прекрасно подходит для преподавателей, желающих предложить вводный курс программирования, основанный на проектах.

Чему эта книга вас научит?

Цель книги — сделать вас хорошим программистом вообще и хорошим программистом Python в частности. Процесс обучения будет эффективным, и вы приобретете много полезных навыков, так как я представлю основательное введение в общие концепции программирования. После того как вы перевернете последнюю страницу, вы будете готовы к знакомству с более серьезными возможностями Python, а изучение вашего следующего языка программирования тоже упростится.

В первой части книги будут представлены базовые концепции программирования, которые необходимо знать для написания программ Python. Эти концепции ничем не отличаются от тех, которые рассматриваются в начале изучения почти любого языка программирования. Вы познакомитесь с разными видами данных и возможностями хранения данных в списках и словарях. Вы научитесь создавать коллекции данных и эффективно работать с этими коллекциями. В частности, циклы `while` и `if` позволяют выполнять определенные фрагменты кода, если некоторое условие истинно, и выполнять другие фрагменты в противном случае — эти конструкции очень сильно помогают при автоматизации процессов.

Вы научитесь получать входные данные от пользователя, чтобы ваши программы стали интерактивными, и выполнять их до тех пор, пока пользователь остается активным. Также вы узнаете, как написать функции для многократного выполнения некоторых частей ваших программ, чтобы вы один раз программирували некоторое действие, а потом могли использовать его столько раз, сколько потребуется. Затем эта концепция будет распространена на более сложное поведение с классами, что позволит даже относительно простым программам реагировать на множество разнообразных ситуаций. Вы научитесь писать программы, корректно обрабатывающие многие типичные ошибки. После знакомства с базовыми концепциями мы напишем несколько коротких программ для решения конкретных задач. Наконец, вы сделаете первые шаги на пути к программированию среднего уровня: вы научитесь писать тесты для своего кода, чтобы вы могли продолжать разработку программ, не беспокоясь о возможном внесении ошибок. Вся информация части I подготовит вас к более сложным и масштабным проектам.

В части II знания, полученные в части I, будут применены для построения трех проектов. Вы можете взяться за любые из этих проектов в том порядке, который лучше подходит для вас. В первом проекте (главы 12–14) будет создана игра-«стрелялка» в стиле классического хита Space Invaders, состоящая из многих уровней с нарастающей сложностью. После завершения этого проекта вы будете знать многое из того, что необходимо знать для разработки собственных 2D-игр.

Второй проект (главы 15–17) познакомит вас с визуализацией данных. Чтобы разобраться в огромных объемах доступной информации, специалисты по анализу данных применяют различные средства визуализации. Вы будете работать с наборами данных, генерируемыми в программах; наборами данных, загруженными из сетевых источников; и наборами данных, которые загружаются вашей программой автоматически. После завершения этого проекта вы сможете писать программы, обрабатывающие большие наборы данных и строящие визуальные представления сохраненной информации.

В третьем проекте (главы 18–20) будет построено небольшое веб-приложение Learning Log. Этот проект позволяет вести журнал новых идей и концепций, которые вы узнали в ходе изучения конкретной темы. Пользователь приложения сможет вести разные журналы по разным темам, создавать учетные записи и начинать новые журналы. Вы также узнаете, как развернуть свой проект в Интернете, чтобы любой желающий мог работать с ним откуда угодно.

Почему именно Python?

Каждый год я задумываюсь над тем, продолжать ли мне работать на Python или же перейти на другой язык — вероятно, более новый в мире программирования. И все же я продолжаю работать на Python по многим причинам. Язык Python невероятно эффективен: ваши программы делают больше, чем многие другие языки, в меньшем объеме кода. Синтаксис Python также позволяет писать «чистый» код. Ваш код будет легко читаться, у вас будет меньше проблем с отладкой и расширением программ по сравнению с другими языками.

Python используется для разных целей: для создания игр, построения веб-приложений, решений бизнес-задач и разработки внутренних инструментов для всевозможных интересных проектов. Python также широко применяется в научной области для теоретических исследований и решения прикладных задач.

Впрочем, одной из самых важных причин для использования Python для меня остается сообщество Python, состоящее из невероятно разных и благожелательных людей. Сообщество играет исключительно важную роль в программировании, потому что программирование не является сугубо индивидуальным делом. Многим из нас, даже самым опытным программистам, приходится обращаться за советом к коллегам, которые уже решали похожие задачи. Существование дружного, доброжелательного сообщества помогает решать задачи, и сообщество Python готово прийти на помощь людям, у которых Python является первым языком программирования.

Python — замечательный язык, давайте же браться за дело!

От издательства

Ваши замечания, предложения, вопросы отправляйте по адресу электронной почты comp@piter.com (издательство «Питер», компьютерная редакция).

Мы будем рады узнать ваше мнение!

На веб-сайте издательства <http://www.piter.com> вы найдете подробную информацию о наших книгах.

Часть I

Основы

В части I этой книги представлены базовые концепции, необходимые для написания программ на языке Python. Многие из этих концепций встречаются во всех языках программирования, поэтому они пригодятся вам на протяжении всей карьеры программиста.

В главе 1 вы установите Python на свой компьютер и запустите свою первую программу, которая выводит на экран сообщение *Hello world!*. В главе 2 вы научитесь хранить информацию в переменных, работать с текстовыми и числовыми данными.

В главах 3 и 4 вы познакомитесь со списками. Списки позволяют хранить любой объем информации в одной переменной, что повышает эффективность работы с данными. Вы сможете работать с сотнями, тысячами и даже миллионами значений всего в нескольких строках кода.

В главе 5 будут представлены команды `if`. С их помощью вы сможете написать код, который делает что-то одно, если некоторое условие истинно, и что-то другое, если условие не выполняется.

Глава 6 показывает, как использовать словари Python, связывающие разные виды информации. Словари, как и списки, могут содержать столько информации, сколько вы захотите в них поместить.

В главе 7 вы научитесь получать данные от пользователей, чтобы ваши программы стали интерактивными. Также в этой главе описаны циклы `while`, многократно выполняющие блоки кода, пока некоторое условие остается истинным.

В главе 8 вы займетесь написанием функций — именованных блоков кода, которые решают конкретную задачу и запускаются тогда, когда потребуется.

В главе 9 представлены классы, предназначенные для моделирования реальных объектов: собак, кошек, людей, машин, ракет и т. д. С их помощью вы сможете представить в своем коде любые существа, реальные или абстрактные.

Глава 10 научит вас работать с файлами и обрабатывать ошибки, чтобы ваши программы не завершались аварийно. Вы узнаете, как сохранять данные перед закрытием программы и снова загрузить их при запуске программы. В этой главе рассматриваются исключения Python; с их помощью вы сможете предвидеть возможные ошибки и организовать их корректную обработку в программах.

В главе 11 вы научитесь писать тесты для кода. Тесты проверяют, что ваша программа работает так, как предполагается. В результате вы сможете расширять свои программы, не беспокоясь о возможном внесении новых ошибок. Тестирование — один из первых навыков, отличающих новичка от программиста среднего уровня.

1

Начало работы

В этой главе вы запустите свою первую программу на языке Python, `hello_world.py`. Сначала вы проверите, установлен ли Python на вашем компьютере, и если нет — установите его. Также будет установлен текстовый редактор для подготовки программ Python. Текстовые редакторы распознают код Python и выделяют синтаксические конструкции во время работы, упрощая понимание структуры кода разработчиком.

Подготовка среды программирования

Поддержка Python слегка отличается в разных операционных системах, поэтому вы должны учитывать некоторые аспекты. В этой главе представлены две основные версии Python, используемые в наше время, и описаны основные действия по настройке Python в вашей системе.

Python 2 и Python 3

Сейчас доступны две версии Python: Python 2 и более новая версия Python 3. Каждый язык программирования развивается с появлением новых идей и технологий, и разработчики Python неустанно трудятся над тем, чтобы сделать язык более мощным и гибким. Многие изменения имеют второстепенный характер и мало заметны на первый взгляд, но в отдельных случаях код, написанный на Python 2, некорректно работает в системах с установленной поддержкой Python 3. В книге я буду указывать на существенные различия между Python 2 и Python 3, так что вы сможете следовать приведенным инструкциям независимо от используемой версии.

Если в вашей системе установлены обе версии или вы еще не установили Python, используйте Python 3. Если в вашей системе установлена только версия Python 2 и вы предпочитаете с ходу взяться за написание кода, не желая возиться с установкой, начните с Python 2. Но чем скорее вы перейдете на Python 3, тем лучше — все же полезнее использовать самую новую версию.

Выполнение фрагментов кода Python

В поставку Python входит интерпретатор, который выполняется в терминальном окне и позволяет опробовать фрагменты кода Python без сохранения и запуска всей программы.

В этой книге встречаются фрагменты следующего вида:

```
❶ >>> print("Hello Python interpreter!")
Hello Python interpreter!
```

Жирным шрифтом выделен текст, который вы вводите и выполняете нажатием клавиши Enter. Большинство примеров в книге представляет собой небольшие самостоятельные программы, которые запускаются из редактора, потому что именно так вы будете писать большую часть своего кода. Но в некоторых случаях базовые концепции будут проиллюстрированы серией фрагментов в терминальном сеансе Python для более эффективной демонстрации отдельных концепций. Каждый раз, когда в листинге встречаются три угловые скобки ❶, это означает, что перед вами вывод терминального сеанса. Вскоре мы опробуем возможность программирования в интерпретаторе для вашей системы.

Hello World!

В мире программирования издавна принято начинать освоение нового языка с программы, выводящей на экран сообщение *Hello world!* — считается, что это приносит удачу.

На языке Python программа Hello World состоит всего из одной строки:

```
print("Hello world!")
```

Даже такая простая программа выполняет вполне конкретную функцию. Если она запускается в вашей системе, то и любая программа, которую вы напишете на Python, тоже должна запускаться нормально. О том, как написать эту программу для вашей конкретной системы, мы поговорим чуть ниже.

Python в разных операционных системах

Python является кроссплатформенным языком программирования; это означает, что он работает во всех основных операционных системах. Любая программа на языке Python, написанная вами, должна выполняться на любом современном компьютере с установленной поддержкой Python. Впрочем, способы настройки Python для разных операционных систем слегка отличаются.

В этом разделе вы узнаете, как подготовить Python к работе и запустить программу *Hello World* в вашей системе. Сначала вы проверите, установлена ли поддержка Python в вашей системе, и если нет — установите ее. Затем вы установите простой текстовый редактор и сохраните пустой файл Python с именем `hello_world.py`. Наконец, вы запустите программу *Hello World* и устраните любые неполадки. Этот процесс будет описан для всех операционных систем, так что в итоге в вашем распоряжении появится простая и удобная среда программирования на Python.

Python в системе Linux

Системы семейства Linux ориентированы на программистов, поэтому поддержка Python уже установлена на большинстве компьютеров Linux. Люди, которые

занимаются разработкой и сопровождением Linux, ожидают, что в какой-то момент вы займётесь программированием, и всячески способствуют этому. По этой причине для перехода к программированию вам почти ничего не придется устанавливать, а количество необходимых настроек будет минимальным.

Проверка версии Python

Откройте терминальное окно, запустив приложение Terminal в вашей системе (в Ubuntu нажмите клавиши Ctrl+Alt+T). Чтобы проверить, установлена ли поддержка Python в вашей системе, введите команду `python` (со строчной буквы *p*). На экране появится информация о том, какая версия Python у вас установлена, и приглашение `>>>`, в котором можно вводить команды Python:

```
$ python
Python 2.7.6 (default, Mar 22 2014, 22:59:38)
[GCC 4.8.2] on linux2
Type "help", "copyright", "credits" or "license" for more information.
>>>
```

Этот вывод сообщает, что Python 2.7.6 в настоящее время является версией Python по умолчанию, установленной на данном компьютере. Нажмите Ctrl+D или введите `exit()`, чтобы выйти из приглашения Python и вернуться к приглашению терминала.

Чтобы проверить наличие Python 3, возможно, вам придется указать эту версию; итак, даже при том, что в качестве версии по умолчанию в выходных данных указан Python 2.7, попробуйте ввести команду `python3`:

```
$ python3
Python 3.5.0 (default, Sep 17 2015, 13:05:18)
[GCC 4.8.4] on linux
Type "help", "copyright", "credits" or "license" for more information.
>>>
```

Из выходных данных видно, что в системе также установлена версия Python 3, так что вы сможете использовать любую из этих версий. Каждый раз, когда вы встречаете команду `python` в этой книге, вводите вместо нее команду `python3`. В большинстве дистрибутивов Linux поддержка Python уже установлена, но, если по какой-то причине в вашей системе ее нет или ваша система была укомплектована Python 2, а вы хотите установить Python 3, обращайтесь к приложению А.

Установка текстового редактора

Geany – простой и удобный текстовый редактор; он легко устанавливается, позволяет запускать практически любые программы прямо из редактора (вместо терминала) и использует цветовое выделение синтаксиса, а код выполняется в терминальном окне. В приложении Б приведена информация о других текстовых редакторах, но я рекомендую использовать Geany, если только у вас нет веских причин для работы в другом редакторе.

В большинстве систем Linux установка Geany выполняется одной строкой:

```
$ sudo apt-get install geany
```

Если команда не работает, обращайтесь к инструкциям по адресу <http://geany.org/Download/ThirdPartyPackages/>.

Запуск программы Hello World

Чтобы запустить свою первую программу, откройте Geany. Нажмите клавишу Super (она также часто называется клавишей Windows) и найдите Geany в вашей системе. Создайте ярлык, перетащив значок на панель задач или рабочий стол. Создайте папку для своих проектов и присвойте ей имя `python_work`. (В именах файлов и папок лучше использовать буквы нижнего регистра и символы подчеркивания, потому что это соответствует соглашениям об именах Python.) Вернитесь к Geany и сохраните пустой файл Python (**File** ▶ **Save As**) с именем `hello_world.py` в папке `python_work`. Расширение `.py` сообщает Geany, что файл содержит программу Python. Оно также подсказывает Geany, как следует запускать программу и как правильно выделить элементы синтаксиса.

После того как файл будет сохранен, введите следующую строку:

```
print("Hello Python world!")
```

Если в системе установлено несколько версий Python, проследите за тем, чтобы в Geany была настроена правильная версия. Откройте окно **Build** ▶ **Set Build Commands**. В окне приведены команды **Compile** и **Execute**, рядом с каждой из которых располагается команда. Geany предполагает, что правильной командой в каждом случае является `python`, но, если в системе должна использоваться команда `python3`, настройку необходимо изменить.

Если команда `python3` работала в терминальном сеансе, измените команды **Compile** и **Execute** так, чтобы в Geany использовался интерпретатор Python 3. Команда **Compile** должна выглядеть так:

```
python3 -m py_compile "%f"
```

Команда должна быть введена точно в таком виде без малейших изменений. Проследите за правильностью регистра символов и расстановки пробелов.

Команда **Execute** должна выглядеть так:

```
python3 "%f"
```

И снова тщательно проверьте пробелы и регистр символов. На рис. 1.1 показано, как эти команды должны выглядеть в меню конфигурации Geany.

Теперь выполните программу `hello_world.py`: выберите команду меню **Build** ▶ **Execute**, щелкните на кнопке **Execute** (с шестерenkами) или нажмите клавишу F5.

На экране появляется терминальное окно со следующим выводом:

```
Hello Python world!
-----
(program exited with code: 0)
Press return to continue
```

Если вы не увидели это сообщение, проверьте каждый символ во введенной строке. Может, вы случайно набрали `print` с прописной буквы? Пропустили одну или обе

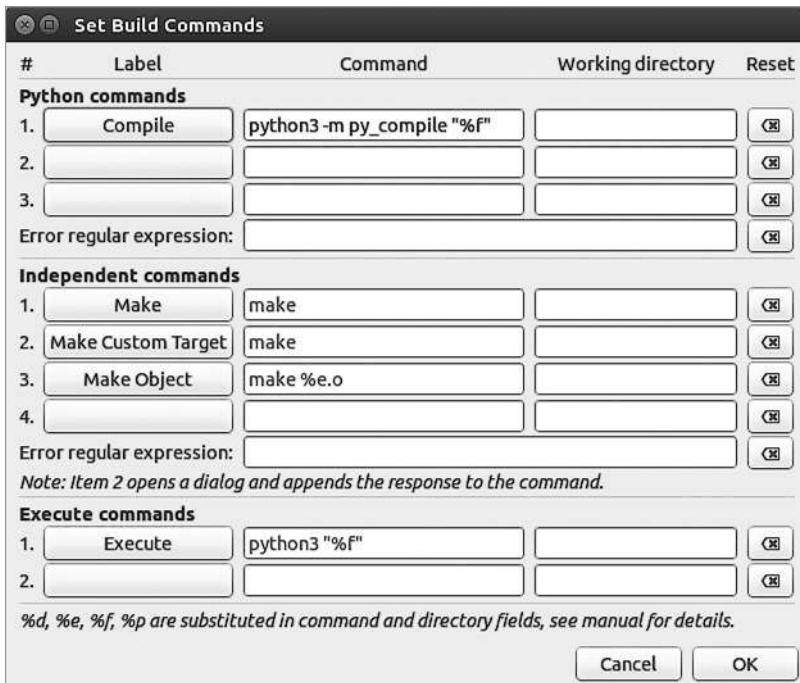


Рис. 1.1. Настройка Geany для использования Python 3 в Linux

кавычки или круглые скобки? В языках программирования используется предельно конкретный синтаксис, и при малейшем его нарушении произойдет ошибка. Если программа так и не заработала, обращайтесь к разделу «Решение проблем с установкой» на с. 28.

Запуск Python в терминальном сеансе

Для выполнения фрагментов кода Python можно открыть терминальное окно и ввести команду `python` или `python3`, как мы поступили при проверке версии. Сделайте то же самое, но на этот раз введите в терминальном сеансе следующую строку:

```
>>> print("Hello Python interpreter!")
Hello Python interpreter!
>>>
```

Сообщение выводится прямо в текущем терминальном окне. Вспомните, что интерпретатор Python закрывается комбинацией клавиш `Ctrl+D` или командой `exit()`.

Python в системе OS X

В большинстве систем OS X поддержка Python уже установлена. Даже если вы уверены в том, что Python устанавливать не нужно, вам придется установить текстовый редактор и убедиться в том, что он правильно настроен.

Проверка наличия Python

Откройте терминальное окно (команда Applications ▶ Utilities ▶ Terminal). Также можно нажать Command+пробел, ввести terminal и нажать Enter. Чтобы проверить, установлена ли поддержка Python в вашей системе, введите команду `python` (со строчной буквы *p*). На экране появится информация о том, какая версия Python у вас установлена, и приглашение `>>>`, в котором можно вводить команды Python:

```
$ python
Python 2.7.5 (default, Mar  9 2014, 22:15:05)
[GCC 4.2.1 Compatible Apple LLVM 5.0 (clang-500.0.68)] on darwin
Type "help", "copyright", "credits", or "license" for more
information.

>>>
```

Этот вывод сообщает, что Python 2.7.5 в настоящее время является версией Python по умолчанию, установленной на данном компьютере. Нажмите Ctrl+D или введите `exit()`, чтобы выйти из приглашения Python и вернуться к приглашению терминала.

Чтобы проверить наличие Python 3, попробуйте ввести команду `python3`. На экране может появиться сообщение об ошибке, но, если из вывода следует, что версия Python 3 в вашей системе установлена, вы сможете использовать ее без необходимости установки. Если команда `python3` работает в вашей системе, каждый раз, когда вы встречаете команду `python` в этой книге, вводите вместо нее команду `python3`. Если по какой-то причине в вашей системе нет Python или ваша система была укомплектована Python 2, а вы хотите установить Python 3, обращайтесь к приложению А.

Запуск Python в терминальном сеансе

Для выполнения фрагментов кода Python можно открыть терминальное окно и ввести команду `python` или `python3`, как мы поступили при проверке версии. Сделайте то же самое, но на этот раз введите в терминальном сеансе следующую строку:

```
>>> print("Hello Python interpreter!")
Hello Python interpreter!
>>>
```

Сообщение выводится прямо в текущем терминальном окне. Вспомните, что интерпретатор Python закрывается комбинацией клавиш Ctrl+D или командой `exit()`.

Установка текстового редактора

Sublime Text – простой и удобный текстовый редактор; он легко устанавливается в OS X, позволяет запускать практически любые программы прямо из редактора (вместо терминала) и использует цветовое выделение синтаксиса, а код выполняется в терминальном окне, встроенном в окно Sublime Text. В приложении Б приведена информация о других текстовых редакторах, но я рекомендую использовать Sublime Text, если только у вас нет веских причин для работы в другом редакторе.

Программу установки Sublime Text можно загрузить по адресу <http://sublimetext.com/3>. Щелкните на ссылке загрузки и найдите программу установки для OS X. Политика лицензирования Sublime Text более чем либеральна: вы можете бесплатно пользоваться редактором сколь угодно долго, но автор требует приобрести лицензию, если программа вам понравилась и вы собираетесь использовать ее в будущем. После того как программа установки будет загружена, откройте ее и перетащите значок Sublime Text в папку Applications.

Настройка Sublime Text для Python 3

Если для запуска терминального сеанса Python вместо `python` используется другая команда, вам придется настроить Sublime Text, чтобы программа знала, где найти правильную версию Python в вашей системе. Чтобы узнать полный путь к интерпретатору Python, введите следующую команду:

```
$ type -a python3
python3 is /usr/local/bin/python3
```

Теперь откройте Sublime Text и выберите команду Tools ▶ Build System ▶ New Build System. Команда открывает новый конфигурационный файл. Удалите его текущее содержимое и введите следующий код:

```
{
    "cmd": ["/usr/local/bin/python3", "-u", "$file"],
}
```

Этот код приказывает Sublime Text использовать команду `python3` вашей системы для запуска текущего открытого файла. Проследите за тем, чтобы в коде использовался путь, полученный при выполнении команды `type -a python3` на предыдущем шаге. Сохраните файл с именем `Python3.sublime-build` в каталоге по умолчанию, который Sublime Text открывает при выполнении команды Save.

Запуск программы Hello World

Чтобы запустить свою первую программу, запустите Sublime Text – откройте папку Applications и сделайте двойной щелчок на значке Sublime Text. Также можно нажать Command+пробел и ввести `sublime text` в открывшейся панели поиска.

Создайте для своих проектов папку с именем `python_work`. (В именах файлов и папок лучше использовать буквы нижнего регистра и символы подчеркивания, потому что это соответствует соглашениям об именах Python.) Сохраните пустой файл Python (File ▶ Save As) с именем `hello_world.py` в папке `python_work`. Расширение `.py` сообщает Sublime Text, что файл содержит программу Python. Оно также подсказывает Sublime Text, как следует запускать программу и как правильно выделить элементы синтаксиса.

После того как файл будет сохранен, введите следующую строку:

```
print("Hello Python world!")
```

Если команда `python` работает в вашей системе, программу можно запустить командой меню Tools ▶ Build или комбинацией клавиш Ctrl+B. Если вы настроили

Sublime Text на использование другой команды вместо `python`, выберите команду меню **Tools** ▶ **Build System**, а затем **Python 3**. Тем самым вы назначаете Python 3 версией Python по умолчанию, и в дальнейшем программы можно будет запускать командой **Tools** ▶ **Build** или комбинацией клавиш **Command+B**.

Терминальное окно должно отображаться в нижней части окна Sublime Text со следующим текстом:

```
Hello Python world!  
[Finished in 0.1s]
```

Если вы не увидели это сообщение, проверьте каждый символ во введенной строке. Может, вы случайно набрали `print` с прописной буквы? Пропустили одну или обе кавычки или круглые скобки? В языках программирования используется предельно конкретный синтаксис, и при малейшем его нарушении произойдет ошибка. Если программа так и не заработала, обращайтесь к разделу «Решение проблем с установкой» на с. 28.

Python в системе Windows

Windows далеко не всегда включает поддержку Python. Скорее всего, вам придется загрузить и установить Python, а затем загрузить и установить текстовый редактор.

Установка Python

Для начала проверьте, установлена ли поддержка Python в вашей системе. Откройте окно командной строки: введите `command` в меню **Пуск** или щелкните на рабочем столе с нажатой клавишей Shift и выберите команду **Open command window here**. Введите в окне командной строки команду `python` в нижнем регистре.



Рис. 1.2. Не забудьте установить флажок Add Python to PATH

Если на экране появится приглашение `>>>`, значит, в системе установлена поддержка Python. Впрочем, скорее всего вместо приглашения появится сообщение об ошибке, в котором говорится, что команда `python` не опознана системой.

В таком случае загрузите программу установки Python для Windows. Откройте страницу <http://python.org/downloads/>. Вы увидите на ней две кнопки: для загрузки Python 3 и для загрузки Python 2. Щелкните на кнопке Python 3, которая запускает автоматическую загрузку правильного установочного пакета для вашей системы. После того как загрузка файла будет завершена, запустите программу установки. Не забудьте установить флажок `Add Python to PATH` — это упростит правильную настройку системы. На рис. 1.2 изображено окно мастера установки с активным флажком.

Запуск терминального сеанса

Настроить текстовый редактор будет несложно, если вы сначала подготовите систему к запуску Python в терминальном сеансе. Откройте окно командной строки и введите команду `python` в нижнем регистре. Если на экране появится приглашение Python (`>>>`), значит, система Windows обнаружила установленную версию Python:

```
C:\> python
Python 3.5.0 (v3.5.0:374f501f4567, Sep 13 2015, 22:15:05) [MSC
v.1900 32 bit
(Intel)] on win32
Type "help", "copyright", "credits" or "license" for more
information.

>>>
```

Если команда сработала, переходите к следующему разделу «Запуск Python в терминальном сеансе».

Однако вывод может выглядеть и так:

```
C:\> python
'python' is not recognized as an internal or external command,
operable
program or batch file.
```

В этом случае необходимо сообщить Windows, как найти свежеустановленную версию Python. Команда `python` в вашей системе обычно хранится на диске C; запустите Проводник Windows и откройте диск C. Найдите папку, имя которой начинается с `Python`, откройте ее и найдите файл `python` (в нижнем регистре). Например, на моем компьютере существует папка `Python35`, в которой находится файл с именем `python`, поэтому путь к команде `python` в вашей системе имеет вид `C:\Python35\python`. Если найти файл не удалось, введите строку `python` в поле поиска в Проводнике Windows — система поиска покажет, где именно хранится команда `python` в вашей системе.

Когда вы решите, что знаете путь к команде, проверьте его: введите этот путь в терминальном окне. Откройте окно командной строки и введите только что найденный полный путь:

```
C:\> C:\Python35\python
Python 3.5.0 (v3.5.0:374f501f4567, Sep 13 2015, 22:15:05) [MSC
```

```
v.1900 32 bit  
(Intel)] on win32  
Type "help", "copyright", "credits" or "license" for more  
information.  
>>>
```

Если команда успешно работает, то вы знаете, как запустить Python в вашей системе.

Запуск Python в терминальном сеансе

Ведите в терминальном сеансе следующую строку и убедитесь в том, что на экране появился вывод *Hello Python world!*:

```
>>> print("Hello Python world!")  
Hello Python interpreter!  
>>>
```

Каждый раз, когда вы захотите выполнить фрагмент кода Python, откройте окно командной строки и запустите терминальный сеанс Python. Чтобы закрыть терминальный сеанс, нажмите Ctrl+Z или введите команду `exit()`.

Установка текстового редактора

Geany — простой и удобный текстовый редактор; он легко устанавливается, позволяет запускать практически любые программы прямо из редактора (вместо терминала) и использует цветовое выделение синтаксиса, а код выполняется в терминальном окне. В приложении Б приведена информация о других текстовых редакторах, но я рекомендую использовать Geany, если только у вас нет веских причин для работы в другом редакторе.

Программу установки Geany для Windows можно загрузить по адресу <http://geany.org/>. Щелкните в строке **Releases** меню **Download** и найдите пакет **geany-1.25_setup.exe** (или что-нибудь в этом роде). Запустите программу и подтвердите все значения по умолчанию.

Чтобы запустить свою первую программу, откройте Geany: нажмите клавишу Windows и найдите Geany в вашей системе. Создайте ярлык, перетащив значок на панель задач или рабочий стол. Создайте папку для своих проектов и присвойте ей имя `python_work`. (В именах файлов и папок лучше использовать буквы нижнего регистра и символы подчеркивания, потому что это соответствует соглашениям об именах Python.) Вернитесь к Geany и сохраните пустой файл Python (**File** ▶ **Save As**) с именем `hello_world.py` в папке `python_work`. Расширение `.py` сообщает Geany, что файл содержит программу Python. Оно также подсказывает Geany, как следует запускать программу и как правильно выделить элементы синтаксиса.

После того как файл будет сохранен, введите следующую строку:

```
print("Hello Python world!")
```

Если команда `python` успешно сработала в вашей системе, то дополнительная настройка Geany не нужна; пропустите следующий раздел и переходите к разделу «Запуск программы Hello World» на с. 28. Если для запуска интерпретатора Python

пришлось вводить полный путь вида C:\Python35\python, выполните инструкции по настройке Geany для вашей системы, приведенные в следующем разделе.

Настройка Geany

Чтобы настроить Geany для работы с Python, откройте окно **Build ▶ Set Build Commands**. В окне приведены команды **Compile** и **Execute**, рядом с каждой из которых располагается команда. Команды **Compile** и **Execute** начинаются с команды `python`, записанной символами нижнего регистра, но Geany не знает, где в вашей системе находится исполняемый файл `python`. К команде нужно добавить путь, который вы ввели в окне командной строки.

Добавьте в начало команд **Compile** и **Execute** диск и путь к папке, в которой находится файл. Команда **Compile** должна выглядеть примерно так:

```
C:\Python35\python -m py_compile "%f"
```

Возможно, в вашей системе путь будет выглядеть немного иначе; проследите за правильностью регистра символов и расстановки пробелов.

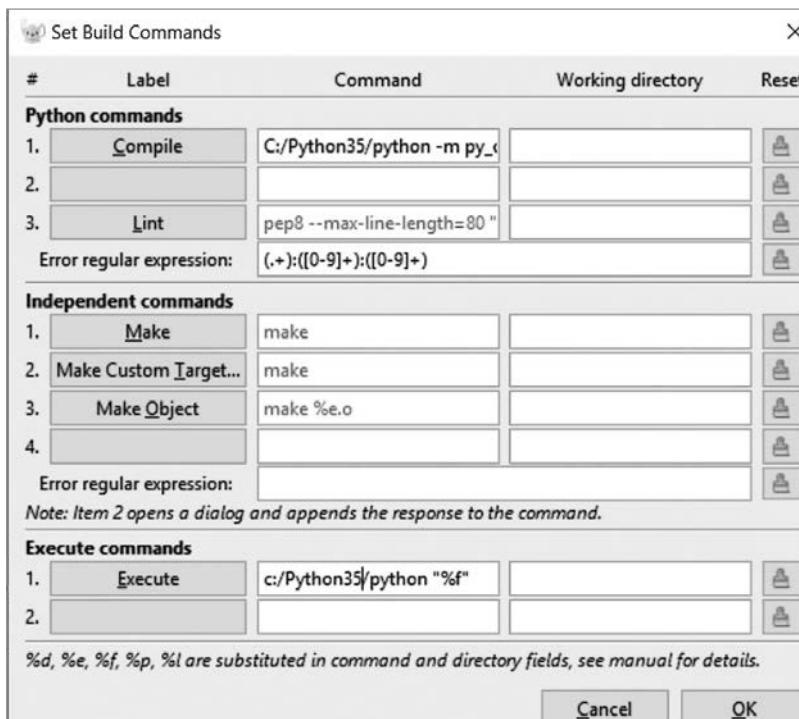


Рис. 1.3. Настройка Geany для использования Python 3 в Windows

Команда **Execute** должна выглядеть примерно так:

```
C:\Python35\python "%f"
```

И снова внимательно проверьте пробелы и регистр символов. На рис. 1.3 показано, как эти команды должны выглядеть в меню конфигурации Geany.

Завершив настройку команд, нажмите кнопку **OK**.

Запуск программы Hello World

Все должно быть готово для успешного выполнения программы. Запустите программу `hello_world.py`: выберите команду меню **Build** ▶ **Execute**, щелкните на кнопке **Execute** (с шестеренками) или нажмите клавишу F5. На экране появляется терминальное окно со следующим выводом:

```
Hello Python world!
-----
(program exited with code: 0)
Press return to continue
```

Если вы не увидели это сообщение, проверьте каждый символ во введенной строке. Может, вы случайно набрали `print` с прописной буквы? Пропустили одну или обе кавычки или круглые скобки? В языках программирования используется предельно конкретный синтаксис, и при малейшем его нарушении произойдет ошибка. Если программа так и не заработала, возможно, следующий раздел поможет вам в этом.

Решение проблем с установкой

Хочется надеяться, что вы успешно настроили среду разработки на своем компьютере. Но если вам так и не удалось запустить программу `hello_world.py`, возможно, вам помогут следующие полезные советы.

- ❑ Если программа содержит серьезную ошибку, Python выводит данные *трассировки*. Python анализирует содержимое файла и пытается составить отчет о проблеме. Возможно, трассировка подскажет, что именно мешает выполнению программы.
- ❑ Отойдите от компьютера, отдохните и попробуйте снова. Помните, что синтаксис в программировании очень важен: даже пропущенное двоеточие, неверно расположенная кавычка или непарная скобка могут помешать нормальной работе программы. Перечитайте соответствующие части главы, еще раз проанализируйте, что было сделано, и попробуйте найти ошибку.
- ❑ Начните заново. Вероятно, ничего переустанавливать не придется, но хотя бы попробуйте удалить файл `hello_world.py` и создать его «с нуля».
- ❑ Попросите кого-нибудь повторить действия, описанные в этой главе, на вашем (или на другом) компьютере. Внимательно понаблюдайте за происходящим. Возможно, вы упустили какую-нибудь мелочь, которую заметят другие.
- ❑ Найдите специалиста, хорошо знающего Python, и попросите его помочь. Вполне может оказаться, что такой специалист есть среди ваших знакомых.
- ❑ Инструкции по настройке среды программирования, приведенные в этой главе, также доступны по адресу <https://www.nostarch.com/pythoncrashcourse/>. Возможно, сетевая версия будет для вас более удобной.

- Обратитесь за помощью в Интернет. В приложении В перечислены некоторые ресурсы (форумы, чаты и т. д.), где вы сможете проконсультироваться у людей, уже сталкивавшихся с вашей проблемой.

Не стесняйтесь обращаться к опытным программистам. Любой программист в какой-то момент своей жизни заходил в тупик; многие программисты охотно помогут вам правильно настроить вашу систему. Если вы сможете четко объяснить, что вы хотите сделать, что уже пытались и какие результаты получили, скорее всего, кто-нибудь вам поможет. Как упоминалось во введении, сообщество Python доброжелательно относится к новичкам.

Python должен нормально работать на любом современном компьютере, и если у вас все же возникли проблемы — обращайтесь за помощью. На первых порах проблемы могут быть весьма неприятными, но с ними стоит разобраться. Когда программа `hello_world.py` заработает, вы сможете приступить к изучению Python, а ваша работа станет намного более интересной и принесет больше удовольствия.

Запуск программ Python в терминале

Большинство программ, написанных вами в текстовом редакторе, будут запускаться прямо из редактора. Тем не менее иногда бывает полезно запускать программы из терминала — например, если вы хотите просто выполнить готовую программу, не открывая ее для редактирования.

Это можно сделать в любой системе с установленной поддержкой Python; необходимо лишь знать путь к каталогу, в котором хранится файл программы. Приведенные ниже примеры предполагают, что вы сохранили файл `hello_world.py` в папке `python_work` на рабочем столе.

В Linux и OS X

Запуск программы Python в терминальном сеансе в системах Linux и OS X осуществляется одинаково. Команда `cd` (Change Directory) используется для перемещения по файловой системе в терминальном сеансе. Команда `ls` (LiSt) выводит список всех не-скрытых файлов в текущем каталоге. Откройте новое терминальное окно и введите следующие команды для запуска программы `hello_world.py`:

```
❶ ~$ cd Desktop/python_work/  
❷ ~/Desktop/python_work$ ls  
    hello_world.py  
❸ ~/Desktop/python_work$ python hello_world.py  
    Hello Python world!
```

Команда `cd` используется для перехода к папке `python_work`, находящейся в папке `Desktop` ❶. Затем команда `ls` проверяет, что файл `hello_world.py` действительно находится в этой папке ❷. Далее файл запускается командой `python hello_world.py` ❸.

Как видите, все просто. По сути вы просто используете команду `python` (или `python3`) для запуска программ Python.

B Windows

Команда `cd` (Change Directory) используется для перемещения по файловой системе в окне командной строки. Команда `dir` (DIRectory) выводит список всех файлов в текущем каталоге.

Откройте новое терминальное окно и введите следующие команды для запуска программы `hello_world.py`:

```
❶ C:\> cd Desktop\python_work
❷ C:\Desktop\python_work> dir
    hello_world.py
❸ C:\Desktop\python_work> python hello_world.py
    Hello Python world!
```

Команда `cd` используется для перехода к папке `python_work`, находящейся в папке `Desktop` ❶. Затем команда `dir` проверяет, что файл `hello_world.py` действительно находится в этой папке ❷. Далее файл запускается командой `python hello_world.py` ❸.

Если вы еще не настроили свою систему для использования простой команды `python`, возможно, вам придется использовать более длинную версию этой команды:

```
C:\$ cd Desktop\python_work
C:\Desktop\python_work$ dir
hello_world.py
C:\Desktop\python_work$ C:\Python35\python hello_world.py
Hello Python world!
```

В основном ваши программы будут нормально запускаться прямо из редактора. Со временем ваша работа станет более сложной, и может оказаться, что какие-то программы придется запускать в режиме терминала.

УПРАЖНЕНИЯ

Упражнения этой главы в основном направлены на самостоятельный поиск информации. Начиная с главы 2, упражнения будут ориентированы на решение задач по изложенному материалу.

1-1. [Python.org](http://python.org/): изучите домашнюю страницу Python (<http://python.org/>) и найдите темы, которые вас заинтересуют. Со временем вы лучше узнаете Python, и другие разделы этого сайта покажутся вам более полезными.

1-2. Опечатки в Hello World: откройте только что созданный файл `hello_world.py`. Сделайте где-нибудь намеренную опечатку и снова запустите программу. Удастся ли вам сделать опечатку, которая приводит к ошибке? Поймете ли вы смысл сообщения об ошибке? Удастся ли вам сделать опечатку, которая не приводит к ошибке? Как вы думаете, почему на этот раз выполнение обходится без ошибки?

1-3. Бесконечное мастерство: если бы вы были программистом с неограниченными возможностями, за какой проект вы бы взялись? Вы сейчас учитесь программировать. Если у вас имеется ясное представление о конечной цели, вы сможете немедленно применить свои новые навыки на практике; попробуйте набросать общие описания тех программ, над которыми вам хотелось бы поработать. Заведите «блокнот идей», к которому вы сможете обращаться каждый раз, когда вы собираетесь начать новый проект. Выделите пару минут и составьте описания трех программ, которые вам хотелось бы создать.

Итоги

В этой главе вы познакомились с языком Python и установили поддержку Python в своей системе, если это было необходимо. Также вы установили текстовый редактор, упрощающий работу над кодом Python. Вы научились выполнять фрагменты кода Python в терминальном сеансе и запустили свою первую настоящую программу `hello_world.py`. Скорее всего, попутно вы кое-что узнали о поиске и исправлении ошибок.

В следующей главе рассматриваются структуры данных, с которыми вы будете работать в программах Python. Кроме того, вы научитесь пользоваться переменными Python.

2

Переменные и простые типы данных

В этой главе представлены разные виды данных, с которыми вы будете работать в своих программах Python. Вы также научитесь хранить данные в переменных и использовать эти переменные в программах.

Что происходит при запуске `hello_world.py`

Давайте повнимательнее разберемся с тем, что же делает Python при запуске `hello_world.py`. Оказывается, даже для такой простой программы Python проделывает достаточно серьезную работу:

```
hello_world.py
print("Hello Python world!")
```

При выполнении этого кода выводится следующий текст:

```
Hello Python world!
```

Суффикс `.py` в имени файла `hello_world.py` указывает, что файл является программой Python. Редактор запускает файл в интерпретаторе Python, который читает программу и определяет, что означает каждое слово в программе. Например, когда интерпретатор обнаруживает слово `print`, он выводит на экран текст, заключенный в скобки.

Во время написания программы редактор выделяет цветом разные части программы. Например, он понимает, что `print` является именем функции, и выводит это слово синим шрифтом. С другой стороны, “Hello Python world!” не является кодом Python, поэтому этот текст выделяется оранжевым цветом. Этот механизм, называемый *цветовым выделением синтаксиса*, очень вам пригодится, когда вы возьметесь за самостоятельное программирование.

Переменные

Попробуем использовать переменную в программе `hello_world.py`. Добавьте новую строку в начало файла и измените вторую строку:

```
message = "Hello Python world!"
print(message)
```

Запустите программу и посмотрите, что получится. Программа выводит уже знакомый результат:

```
Hello Python world!
```

В программу добавилась переменная с именем `message`. В каждой переменной хранится *значение*, то есть данные, связанные с переменной. В данном случае значением является текст “Hello Python world!”.

Добавление переменной немного усложняет задачу интерпретатора Python. Во время обработки первой строки он связывает текст “Hello Python world!” с переменной `message`. А когда интерпретатор доберется до второй строки, он выводит на экран значение, связанное с именем `message`.

Давайте немного расширим эту программу `hello_world.py`, чтобы она выводила второе сообщение. Добавьте в `hello_world.py` пустую строку, а после нее еще две строки кода:

```
message = "Hello Python world!"  
print(message)  
  
message = "Hello Python Crash Course world!"  
print(message)
```

Теперь при выполнении `hello_world.py` на экране должны появляться две строки:

```
Hello Python world!  
Hello Python Crash Course world!
```

Вы можете в любой момент изменить значение переменной в своей программе; Python всегда отслеживает его текущее состояние.

Выбор имен и использование переменных

При работе с переменными в языке Python необходимо соблюдать некоторые правила и рекомендации. Нарушение правил приведет к ошибке; рекомендации всего лишь помогают писать более понятный и удобочитаемый код. Работая с переменными, помните о следующем.

- ❑ Имена переменных могут состоять только из букв, цифр и символов подчеркивания. Они могут начинаться с буквы или символа подчеркивания, но не с цифры. Например, переменной можно присвоить имя `message_1`, но не `1_message`.
- ❑ Пробелы в именах переменных запрещены, а для разделения слов в именах переменных используются символы подчеркивания. Например, имя `greeting_message` допустимо, а имя `greeting message` вызовет ошибку.
- ❑ Не используйте имена функций и ключевые слова Python в качестве имен переменных; иначе говоря, не используйте слова, которые зарезервированы в Python для конкретной цели, например слово `print` (см. раздел «Ключевые слова и встроенные функции Python», с. <469>).
- ❑ Имена переменных должны быть короткими, но содержательными. Например, имя `name` лучше `n`, имя `student_name` лучше `s_n`, а имя `name_length` лучше `length_of_persons_name`.

- ❑ Будьте внимательны при использовании строчной буквы `l` и прописной буквы `O`, потому что они похожи на цифры `1` и `0`.

Вероятно, вы не сразу научитесь создавать хорошие имена переменных, особенно когда ваши программы станут более сложными и интересными. Но когда вы начнете писать свои программы и читать код, написанный другими разработчиками, ваши имена переменных станут более содержательными.

ПРИМЕЧАНИЕ

Пока ограничьтесь именами переменных, записанными в нижнем регистре. Использование символов верхнего регистра не приведет к ошибке, и все же пока лучше обойтись без них.

Предотвращение ошибок в именах при использовании переменных

Каждый программист совершает ошибки, а большинство программистов ошибается ежедневно. И хотя даже опытный программист не застрахован от ошибок, он знает, как эффективно реагировать на них. Рассмотрим типичную ошибку, которую вы довольно часто будете совершать на первых порах, и выясним, как ее исправить.

Для начала напишем код с намеренно внесенной ошибкой. Введите следующий фрагмент (неправильно написанное слово `mesage` выделено жирным шрифтом):

```
message = "Hello Python Crash Course reader!"  
print(mesage)
```

Когда в программе происходит ошибка, интерпретатор Python всеми силами старается помочь вам в поиске причины. Если программа не выполняется нормально, интерпретатор предоставляет данные *трассировки* — информацию о том, в каком месте кода находился интерпретатор при возникновении проблем. Ниже приведен пример трассировки, которую выдает Python после случайной опечатки в имени переменной:

```
Traceback (most recent call last):  
①  File "hello_world.py", line 2, in <module>  
②      print(mesage)  
③ NameError: name 'mesage' is not defined
```

Строка ① сообщает, что ошибка произошла в строке 2 файла `hello_world.py`. Интерпретатор выводит номер строки, чтобы вам было проще найти ошибку ②, и сообщает тип обнаруженной ошибки ③. В данном случае была обнаружена ошибка в имени: переменная с указанным именем (`mesage`) не определена. Другими словами, Python не распознает имя переменной. Обычно такие ошибки возникают в том случае, если вы забыли присвоить значение переменной перед ее использованием или ошиблись при вводе имени.

Конечно, в данном примере в имени переменной во второй строке пропущена буква `s`. Интерпретатор Python не проверяет код на наличие опечаток, но следует за тем,

чтобы имена переменных записывались одинаково. Например, вот что происходит, если имя `message` будет неправильно записано еще в одном месте кода:

```
mesage = "Hello Python Crash Course reader!"  
print(mesage)
```

На этот раз программа выполняется успешно!

```
Hello Python Crash Course reader!
```

Компьютеры не отличаются гибкостью, но орфография их совершенно не волнует. Как следствие, вам не нужно следить за тем, чтобы в именах переменных идеально соблюдались правила орфографии английского языка.

Многие ошибки программирования сводятся к простым опечаткам – случайной замене одного символа в одной строке программы. Если вы потратили много времени на поиск одной из таких ошибок, знайте, что вы не одиночки. Многие опытные и талантливые программисты тратят долгие часы на поиск подобных мелких ошибок. Нечто подобное будет часто происходить в ходе вашей работы – поэтому просто посмейтесь и идите дальше.

ПРИМЕЧАНИЕ

Как лучше всего освоить новые концепции программирования? Попытайтесь использовать их в своей программе. Если в ходе работы над упражнением вы зайдете в тупик, попробуйте на какое-то время заняться чем-нибудь другим. Если это не поможет, перечитайте соответствующую часть этой главы. Если и это не помогло, обращайтесь к рекомендациям из приложения В.

УПРАЖНЕНИЯ

Напишите отдельную программу для выполнения каждого из следующих упражнений. Сохраните каждую программу в файле, имя которого подчиняется стандартным правилам Python по использованию строчных букв и символов подчеркивания – например, `simple_message.py` и `simple_messages.py`.

2-1. Простое сообщение: сохраните текстовое сообщение в переменной и выведите его на экран.

2-2. Простые сообщения: сохраните сообщение в переменной и выведите это сообщение. Затем замените значение переменной другим сообщением и выведите новое сообщение.

Строки

Так как многие программы определяют и собирают некие данные, а затем делают с ними что-то полезное, желательно выделить основные разновидности данных. Начнем со строковых данных. На первый взгляд строки достаточно просты, но с ними можно работать многими разными способами.

Строк представляет собой простую последовательность символов. Любая последовательность символов, заключенная в кавычки, в Python считается строкой; при этом строки могут быть заключены как в одиночные, так и в двойные кавычки:

```
"This is a string."  
'This is also a string.'
```

Это правило позволяет использовать внутренние кавычки и апострофы в строках:

```
'I told my friend, "Python is my favorite language!"'  
"The language 'Python' is named after Monty Python, not the snake."  
"One of Python's strengths is its diverse and supportive community."
```

Рассмотрим некоторые типичные операции со строками.

Изменение регистра символов в строках

Одна из простейших операций, выполняемых со строками, – изменение регистра символов. Взгляните на следующий фрагмент кода и попробуйте определить, что в нем происходит:

```
name.py  
name = "ada lovelace"  
print(name.title())
```

Сохраните файл с именем `name.py` и запустите его. Вывод программы должен выглядеть так:

```
Ada Lovelace
```

В этом примере в переменной `name` сохраняется строка, состоящая из букв нижнего регистра `"ada lovelace"`. За именем переменной в команде `print()` следует вызов метода `title()`. Метод представляет собой действие, которое Python выполняет с данными. Точка `(.)` после `name` в конструкции `name.title()` приказывает Python применить метод `title()` к переменной `name`. За именем метода всегда следует пара круглых скобок, потому что методам для выполнения их работы часто требуется дополнительная информация. Эта информация указывается в скобках. Функции `title()` дополнительная информация не нужна, поэтому в круглых скобках ничего нет.

Метод `title()` преобразует первый символ каждого слова в строке к верхнему регистру, тогда как все остальные символы выводятся в нижнем регистре. Например, данная возможность может быть полезна, если в вашей программе входные значения `Ada`, `ADA` и `ada` должны рассматриваться как одно и то же имя, и все они должны отображаться в виде `Ada`.

Для работы с регистром также существуют другие полезные методы. Например, все символы строки можно преобразовать к верхнему или нижнему регистру:

```
name = "Ada Lovelace"  
print(name.upper())  
print(name.lower())
```

Программа выводит следующий результат:

```
ADA LOVELACE  
ada lovelace
```

Метод `lower()` особенно полезен для хранения данных. Нередко программист не может рассчитывать на то, что пользователи введут все данные с точным со-

блудением регистра, поэтому строки перед сохранением преобразуются к нижнему регистру. Затем, когда потребуется вывести информацию, используется регистр, наиболее подходящий для каждой строки.

Конкатенация

Также часто возникает необходимость в объединении строк. Представьте, что имя и фамилия хранятся в разных переменных и вы хотите объединить их для вывода полного имени:

```
first_name = "ada"
last_name = "lovelace"
❶ full_name = first_name + " " + last_name

print(full_name)
```

Для объединения строк в Python используется знак «плюс» (+). В приведенном примере полное имя строится объединением `first_name`, пробел и `last_name` ❶:

```
ada lovelace
```

Такой способ объединения строк называется *конкatenацией*. Вы можете использовать конкатенацию для построения сложных сообщений с информацией, хранящейся в переменных. Рассмотрим пример:

```
first_name = "ada"
last_name = "lovelace"
full_name = first_name + " " + last_name

❶ print("Hello, " + full_name.title() + "!")
```

Полное имя используется в точке ❶ для вывода приветственного сообщения, а метод `title()` обеспечивает правильное форматирование имени. Этот фрагмент возвращает простое, хорошо отформатированное сообщение:

```
Hello, Ada Lovelace!
```

Конкатенацией также можно воспользоваться для построения сообщения, которое затем сохраняется в переменной:

```
first_name = "ada"
last_name = "lovelace"
full_name = first_name + " " + last_name

❶ message = "Hello, " + full_name.title() + "!"
❷ print(message)
```

Этот код также выводит сообщение “Hello, Ada Lovelace!”, но сохранение текста сообщения в переменной ❶ существенно упрощает завершающую команду печати ❷.

Табуляции и разрывы строк

В программировании термином «*пропуск*» (whitespace) называются такие непечатаемые символы, как пробелы, табуляции и символы конца строки. Пропуски структурируют текст, чтобы пользователю было удобнее читать его.

Для включения в текст позиции табуляции используется комбинация символов `\t`, как в точке ❶:

```
>>> print("Python")
Python
❶ >>> print("\tPython")
Python
```

Разрывы строк добавляются с помощью комбинации символов `\n`:

```
>>> print("Languages:\nPython\nC\nJavaScript")
Languages:
Python
C
JavaScript
```

Табуляции и разрывы строк могут сочетаться в тексте. Скажем, последовательность "`\n\t`" приказывает Python начать текст с новой строки, в начале которой располагается табуляция.

Следующий пример демонстрирует вывод одного сообщения с разбиением на четыре строки:

```
>>> print("Languages:\n\tPython\n\tC\n\tJavaScript")
Languages:
    Python
    C
    JavaScript
```

Разрывы строк и табуляции часто встречаются в двух следующих главах, когда наши программы начнут выводить относительно длинный текст.

Удаление пропусков

Лишние пропуски могут вызвать путаницу в программах. Для программиста строки '`'python'`' и '`' python '`' внешне неотличимы, но для программы это совершенно разные строки. Python видит лишний пробел в '`'python'`' и считает, что он действительно важен — до тех пор, пока вы не сообщите о противоположном.

Обращайте внимание на пропуски, потому что в программах часто приходится сравнивать строки, чтобы проверить на совпадение их содержимое. Типичный пример — проверка имен пользователей при входе на сайт. Лишние пропуски могут создавать путаницу и в более простых ситуациях. К счастью, Python позволяет легко удалить лишние пропуски из данных, введенных пользователем.

Python может искать лишние пропуски у левого и правого края строки. Чтобы убедиться в том, что у правого края (в конце) строки нет пропусков, вызовите метод `rstrip()`.

```

❶ >>> favorite_language = 'python '
❷ >>> favorite_language
'python '
❸ >>> favorite_language.rstrip()
'python'
❹ >>> favorite_language
'python '

```

Значение, хранящееся в переменной `favorite_language` в точке ❶, содержит лишние пробелы в конце строки. Когда вы приказываете Python вывести это значение в терминальном сеансе, вы видите пробел в конце значения ❷. Когда метод `rstrip()` работает с переменной `favorite_language` в точке ❸, этот лишний пробел удаляется. Впрочем, удаление лишь временное: если снова запросить значение `favorite_language`, мы видим, что строка не отличается от исходной, включая лишний пробел ❹.

Чтобы навсегда исключить пробел из строки, следует записать усеченное значение обратно в переменную:

```

>>> favorite_language = 'python '
❶ >>> favorite_language = favorite_language.rstrip()
>>> favorite_language
'python'

```

Сначала пробелы удаляются в конце строки, а потом значение записывается в исходную переменную ❶. Операция изменения значения переменной с последующим ее сохранением в исходной переменной часто выполняется в программировании. Так значение переменной может изменяться в ходе выполнения программы или в ответ на действия пользователя.

Пробелы также можно удалить у левого края (в начале) строки при помощи метода `lstrip()`, а метод `strip()` удаляет пробелы с обоих концов:

```

❶ >>> favorite_language = ' python '
❷ >>> favorite_language.rstrip()
' python'
❸ >>> favorite_language.lstrip()
'python '
❹ >>> favorite_language.strip()
'python'

```

В этом примере исходное значение содержит пробелы в начале и в конце ❶. Затем пробелы удаляются у правого края ❷, у левого края ❸ и с обоих концов строки ❹. Поэкспериментируйте с функциями удаления пробелов, это поможет вам освоиться с работой со строками. На практике эти функции чаще всего применяются для «очистки» пользовательского ввода перед его сохранением в программе.

Предотвращение синтаксических ошибок в строках

Синтаксические ошибки встречаются в программах более или менее регулярно. Синтаксическая ошибка происходит тогда, когда Python не распознает часть вашей программы как действительный код Python. Например, если заключить апостроф

в одиночные кавычки, случится ошибка. Это происходит из-за того, что Python интерпретирует все символы от первой одиночной кавычки до апострофа как строку. После этого Python пытается интерпретировать остаток текста строки как код Python, что порождает ошибки.

Разберемся, как же правильно использовать одиночные или двойные кавычки. Сохраните следующую программу в файле `apostrophe.py` и запустите ее:

```
apostrophe.py
message = "One of Python's strengths is its diverse community."
print(message)
```

Апостроф находится в строке, заключенной в двойные кавычки, так что у интерпретатора Python не возникает проблем с правильной интерпретацией следующей строки:

```
One of Python's strengths is its diverse community.
```

Однако при использовании одиночных кавычек Python не сможет определить, где должна заканчиваться строка:

```
message = 'One of Python's strengths is its diverse community.'
print(message)
```

Программа выводит следующий результат:

```
File "apostrophe.py", line 1
    message = 'One of Python's strengths is its diverse community.'
               ^
SyntaxError: invalid syntax
```

Из выходных данных видно, что ошибка происходит в позиции ❶ сразу же после второй одиночной кавычки. Эта синтаксическая ошибка указывает, что интерпретатор не распознает какую-то конструкцию как действительный код Python. Ошибки могут возникать по разным причинам; я буду выделять наиболее распространенные источники по мере того, как они будут встречаться нам.

Синтаксические ошибки будут часто досаждать вам, пока вы учитесь писать правильный код Python. Кроме того, ошибки этой категории также являются наиболее расплывчатыми и неконкретными, поэтому их особенно трудно находить и исправлять. Если вы зайдете в тупик из-за особенно коварной ошибки, обращайтесь к рекомендациям в приложении В.

ПРИМЕЧАНИЕ

Функция цветового выделения синтаксиса ускоряет выявление некоторых синтаксических ошибок прямо во время написания программы. Если вы увидите, что код Python выделяется как обычный текст (или обычный текст выделяется как код Python), скорее всего, в вашем файле где-то пропущена кавычка.

Вывод в Python 2

В Python 2 команда `print` имеет немного иной синтаксис:

```
>>> python2.7
>>> print "Hello Python 2.7 world!"
Hello Python 2.7 world!
```

В Python 2 выводимый текст не обязательно заключать в круглые скобки. Формально в Python 3 `print` является функцией, поэтому круглые скобки обязательны. Некоторые команды `print` в Python 2 содержат круглые скобки, однако их поведение несколько отличается от того, что вы видите в Python 3. Когда вы смотрите на код, написанный на Python 2, с большой вероятностью в одних командах `print` будут присутствовать круглые скобки, а в других круглых скобок не будет.

УПРАЖНЕНИЯ

Сохраните код каждого из следующих упражнений в отдельном файле с именем `name_cases.py`. Если у вас возникнут проблемы, сделайте перерыв или обратитесь к рекомендациям в приложении В.

2-3. Личное сообщение: сохраните имя пользователя в переменной и выведите сообщение, предназначенное для конкретного человека. Сообщение должно быть простым, например: "Hello Eric, would you like to learn some Python today?"

2-4. Регистр символов в именах: сохраните имя пользователя в переменной и выведите его в нижнем регистре, в верхнем регистре и с капитализацией начальных букв каждого слова.

2-5. Знаменитая цитата: найдите известное высказывание, которое вам понравилось. Выведите текст цитаты с именем автора. Результат должен выглядеть примерно так (включая кавычки):

```
Albert Einstein once said, "A person who never made a  
mistake never tried anything new."
```

2-6. Знаменитая цитата 2: повторите упражнение 2-5, но на этот раз сохраните имя автора цитаты в переменной `famous_person`. Затем составьте сообщение и сохраните его в новой переменной с именем `message`. Выведите свое сообщение.

2-7. Удаление пробелов: сохраните имя пользователя в переменной. Добавьте в начале и в конце имени несколько пробелов. Проследите за тем, чтобы каждая служебная последовательность , "\t" и "\n", встречалась по крайней мере один раз.

Выведите имя, чтобы были видны пробелы в начале и конце строки. Затем выведите его снова с использованием каждой из функций удаления пробелов: `lstrip()`, `rstrip()` и `strip()`.

Числа

Числа очень часто применяются в программировании для ведения счета в играх, представления данных в визуализациях, хранения информации в веб-приложениях и т. д. В Python числовые данные делятся на несколько категорий по способу их использования. Для начала посмотрим, как Python работает с целыми числами, потому что с ними возникает меньше всего проблем.

Целые числа

В Python с целыми числами можно выполнять операции сложения (+), вычитания (-), умножения (*) и деления (/).

```
>>> 2 + 3  
5  
>>> 3 - 2  
1  
>>> 2 * 3  
6  
>>> 3 / 2  
1.5
```

В терминальном сеансе Python просто возвращает результат операции. Для представления операции возведения в степень в Python используется сдвоенный знак умножения:

```
>>> 3 ** 2  
9  
>>> 3 ** 3  
27  
>>> 10 ** 6  
1000000
```

В Python также существует определенный порядок операций, что позволяет использовать несколько операций в одном выражении. Круглые скобки используются для изменения порядка операций, чтобы выражение могло вычисляться в нужном порядке. Пример:

```
>>> 2 + 3*4  
14  
>>> (2 + 3) * 4  
20
```

Пробелы в этих примерах не влияют на то, как Python вычисляет выражения; они просто помогают быстрее найти приоритетные операции при чтении кода.

Вещественные числа

В Python числа, имеющие дробную часть, называются *вещественными* (или «числами с плавающей точкой»). Обычно разработчик может просто пользоваться дробными значениями, не особенно задумываясь об их поведении. Просто введите нужные числа, а Python скорее всего сделает именно то, что вы от него хотите:

```
>>> 0.1 + 0.1  
0.2  
>>> 0.2 + 0.2  
0.4  
>>> 2 * 0.1  
0.2  
>>> 2 * 0.2  
0.4
```

Однако в некоторых ситуациях вдруг оказывается, что результат содержит неожиданно большое количество разрядов в дробной части:

```
>>> 0.2 + 0.1  
0.3000000000000004
```

```
>>> 3 * 0.1  
0.3000000000000004
```

Нечто подобное может произойти в любом языке; для беспокойства нет причин. Python пытается подобрать как можно более точное представление результата, что иногда бывает нелегко из-за особенностей внутреннего представления чисел в компьютерах. Пока просто не обращайте внимания на «лишние» разряды; вы узнаете, как поступать в подобных ситуациях, когда эта проблема станет актуальной для вас в проектах части II.

Предотвращение ошибок типов с использованием функции str()

Часто значение переменной должно использоваться внутри сообщения. Допустим, вы хотите поздравить пользователя с днем рождения. И вы написали для этого следующий код:

```
birthday.py  
age = 23  
message = "Happy " + age + "rd Birthday!"  
print(message)
```

Казалось бы, программа должна вывести простое приветствие: *Happy 23rd birthday!* Но, если запустить ее, появляется сообщение об ошибке:

```
Traceback (most recent call last):  
  File "birthday.py", line 2, in <module>  
    message = "Happy " + age + "rd Birthday!"  
❶  TypeError: Can't convert 'int' object to str implicitly
```

На этот раз произошла *ошибка тип*. Это означает, что Python не понимает, какую информацию вы используете. В данном примере Python видит, что в точке ❶ используется переменная с целочисленным значением (`int`), но не знает, как следует интерпретировать это значение. Дело в том, что переменная может представлять как число 23, так и пару отдельных символов 2 и 3. При таком использовании целых чисел в строках необходимо явно указать, что целое число должно использоваться как строка из символов. Для этого переменная передается функции `str()`, преобразующей не-строковые значения к строковому виду:

```
age = 23  
message = "Happy " + str(age) + "rd Birthday!"  
  
print(message)
```

Теперь Python понимает, что вы хотите преобразовать числовое значение 23 в строку и вывести символы 2 и 3 в составе поздравления. Ожидаемый результат выводится без всяких ошибок:

```
Happy 23rd Birthday!
```

В большинстве случаев работа с числами в Python проходит достаточно тривиально. Если вы получаете неожиданные результаты, проверьте, правильно ли Python интерпретирует числовые данные – как числовое значение или как строку.

Целые числа в Python 2

При делении целых чисел Python 2 возвращает несколько иной результат:

```
>>> python2.7
>>> 3 / 2
1
```

Вместо 1.5 Python возвращает 1. Результатом деления целых чисел в Python 2 становится целое число с потерей остатка. Обратите внимание: результат не округляется, просто остаток от деления пропадает.

Чтобы избежать этого поведения в Python 2, проследите за тем, чтобы хотя бы одно из двух чисел было вещественным. В этом случае результат также будет вещественным:

```
>>> 3 / 2
1
>>> 3.0 / 2
1.5
>>> 3 / 2.0
1.5
>>> 3.0 / 2.0
1.5
```

Такое поведение при делении часто приводит к недоразумениям, когда люди, привыкшие работать с Python 3, начинают использовать Python 2, или наоборот. Если вы используете или пишете код, в котором смешиваются целые и вещественные числа, будьте внимательны.

УПРАЖНЕНИЯ

2-8. Число 8: напишите операции сложения, вычитания, умножения и деления, результатом которых является число 8. Не забудьте заключить операции в команды print, чтобы проверить результат. Вы должны написать четыре строки кода, которые выглядят примерно так:

```
print(5 + 3)
```

Результатом должны быть четыре строки, в каждой из которых выводится число 8.

2-9. Любимое число: сохраните свое любимое число в переменной. Затем при помощи переменной создайте сообщение для вывода этого числа. Выведите это сообщение.

Комментарии

Комментарии чрезвычайно полезны в любом языке программирования. До сих пор ваши программы состояли только из кода Python. По мере роста объема и сложности кода в программы следует добавлять комментарии, описывающие общий подход к решаемой задаче, — своего рода заметки, написанные на понятном языке.

Как создаются комментарии?

В языке Python признаком комментария является символ «решетка» (#). Интерпретатор Python игнорирует все символы, следующие в коде после # до конца строки. Пример:

```
comment.py
# Say hello to everyone.
print("Hello Python people!")
```

Python игнорирует первую строку и выполняет вторую.

```
Hello Python people!
```

Какие комментарии следует писать?

Комментарии пишутся прежде всего для того, чтобы объяснить, что должен делать ваш код и как он работает. В ходе работы над проектом вы понимаете, как работают все его компоненты. Но, если вернуться к проекту спустя некоторое время, скорее всего, некоторые подробности будут забыты. Конечно, всегда можно изучить код и разобраться в том, как должны работать его части, но хорошие комментарии с доступным изложением общих принципов работы кода сэкономят немало времени. Если вы хотите стать профессиональным программистом или участвовать в совместной работе с другими программистами, научитесь писать осмысленные комментарии. В наши дни почти все программы разрабатываются коллективно в группах — либо группами работников одной компании, либо группами энтузиастов, совместно работающих над проектом с открытым кодом. Опытные программисты ожидают увидеть комментарии в коде, поэтому лучше привыкайте добавлять содержательные комментарии прямо сейчас. Написание простых, лаконичных комментариев — одна из самых полезных привычек, необходимых начинающему программисту.

Принимая решение о том, нужно ли писать комментарий или нет, спросите себя, пришлось ли вам перебрать несколько вариантов в поисках разумного решения для некоторой задачи; если ответ будет положительным, напишите комментарий по поводу вашего решения. Удалить лишние комментарии позднее намного проще, чем возвращаться и добавлять комментарии в программу. С этого момента я буду использовать комментарии в примерах для пояснения смысла некоторых частей кода.

УПРАЖНЕНИЯ

2-10. Добавление комментариев: выберите две программы из написанных вами и добавьте в каждую хотя бы один комментарий. Если вы не найдете, что написать в комментариях, потому что программы были слишком просты, добавьте свое имя и текущую дату в начало кода. Затем добавьте одно предложение с описанием того, что делает программа.

Философия Python

Долгое время язык программирования Perl был краеугольным камнем интернет-программирования. На первых порах функционирование многих интерактивных сайтов было основано на сценариях Perl. В то время сообщество Perl руководствовалось девизом: «Это можно сделать несколькими способами». Какое-то время разработчикам нравился такой подход, потому что гибкость, присущая языку, позволяла решать многие задачи разными способами. Подобный подход был до-

пустим при работе над собственными проектами, но со временем стало ясно, что чрезмерная гибкость усложняет долгосрочное сопровождение крупных проектов. Было слишком трудно, утомительно и долго разбираться в коде и пытаться понять, что же думал другой разработчик при решении сложной задачи.

Опытные программисты Python рекомендуют избегать лишних сложностей и применять простые решения там, где это возможно. Философия сообщества Python выражена в очерке Тима Питерса «The Zen of Python». Чтобы просмотреть этот краткий набор принципов написания хорошего кода Python, достаточно ввести команду `import this` в интерпретаторе. Я не стану воспроизводить все принципы, но приведу несколько строк, чтобы вы поняли, почему они важны для вас как для начинающего программиста Python.

```
>>> import this
The Zen of Python, by Tim Peters
```

❑ Красивое лучше, чем уродливое.

Программисты Python считают, что код может быть красивым и элегантным. В программировании люди занимаются решением задач. Программисты всегда ценили хорошо спроектированные, эффективные и даже красивые решения. Со временем вы больше узнаете о Python, начнете писать больше кода, и когда-нибудь ваш коллега посмотрит на экран вашего компьютера и скажет: «Ого, какой красивый код!»

❑ Простое лучше, чем сложное.

Если у вас есть выбор между простым и сложным решением и оба работают, используйте простое решение. Ваш код будет проще в сопровождении, а у вас и других разработчиков будет меньше проблем с обновлением этого кода в будущем.

❑ Сложное лучше, чем запутанное.

Реальность создает свои сложности; иногда простое решение задачи невозможно. В таком случае используйте самое простое решение, которое работает.

❑ Удобочитаемость имеет значение.

Даже если ваш код сложен, он должен нормально читаться. Работая над проектом, требующим написания сложного кода, постарайтесь написать содержательные комментарии для этого кода.

❑ Должен существовать один — и желательно только один — очевидный способ сделать это.

Если предложить двум программистам Python решить одну и ту же задачу, они должны выработать похожие решения. Это не значит, что в программировании нет места для творчества. Наоборот! Но большая часть работы программиста заключается в применении небольших, стандартных решений для простых ситуаций в контексте большого, более творческого проекта. Внутренняя организация ваших программ должна выглядеть логично с точки зрения других программистов Python.

❑ Сейчас лучше, чем никогда.

Вы можете потратить весь остаток жизни на изучение всех тонкостей Python и программирования в целом, но тогда вы никогда не закончите ни один проект.

Не пытайтесь написать идеальный код; напишите код, который работает, а потом решите, стоит ли доработать его для текущего проекта или же перейти на что-то другое.

Когда вы перейдете к следующей главе и займетесь изучением более сложных тем, постарайтесь не забывать об этой философии простоты и ясности. Опытные программисты будут с большим уважением относиться к вашему коду, охотнее делиться своим мнением и сотрудничать с вами в интересных проектах.

УПРАЖНЕНИЯ

2-11. Дзен Python: введите команду `import this` в терминальном сеансе Python и просмотрите другие принципы.

Итоги

В этой главе вы научились работать с переменными. Вы узнали, как использовать содержательные имена переменных и как исправлять ошибки в именах и синтаксические ошибки в случае их возникновения. Вы узнали, что такое строки и как выводить их в нижнем/верхнем регистре и с капитализацией всех слов. Мы рассмотрели способы аккуратного оформления вывода с применением пропусков, а также удаления лишних пропусков из разных частей строки. Вы начали работать с целыми и вещественными числами и узнали о некоторых неожиданностях, встречающихся при работе с числовыми данными. Вы научились писать содержательные комментарии, которые упрощают написание кода для вас и его чтение для других разработчиков. В завершение главы была представлена философия максимальной простоты кода.

В главе 3 рассматривается хранение наборов данных в переменных, называемых *списк ми*. Вы узнаете, как перебрать содержимое списка и обработать хранящуюся в нем информацию.

3 СПИСКИ

В этой и следующей главах вы узнаете, что собой представляют списки и как начать работать с элементами списка. Списки позволяют хранить в одном месте взаимосвязанные данные, сколько бы их ни было — несколько элементов или несколько миллионов элементов. Работа со списками относится к числу самых выдающихся возможностей Python, доступных для начинающего программиста. Операции со списками связывают воедино многие важные концепции в программировании.

Что такое список?

Список — это набор элементов, следующих в определенном порядке. Вы можете создать список для хранения букв алфавита, цифр от 0 до 9 или имен всех членов вашей семьи. В список можно поместить любую информацию, причем данные в списке даже не обязаны быть как-то связаны друг с другом. Так как список обычно содержит более одного элемента, рекомендуется присваивать спискам имена во множественном числе: `letters`, `digits`, `names` и т. д.

В языке Python список обозначается квадратными скобками (`[]`), а отдельные элементы списка разделяются запятыми. Простой пример списка с названиями моделей велосипедов:

```
bicycles.py
bicycles = ['trek', 'cannondale', 'redline', 'specialized']
print(bicycles)
```

Если вы прикажете Python вывести список, то на экране появится перечисление элементов списка в квадратных скобках:

```
['trek', 'cannondale', 'redline', 'specialized']
```

Конечно, вашим пользователям такое представление не подойдет; разберемся, как обратиться к отдельным элементам в списке.

Обращение к элементам списка

Списки представляют собой упорядоченные наборы данных, поэтому для обращения к любому элементу списка следует сообщить Python позицию (*индекс*) нужного

элемента. Чтобы обратиться к элементу в списке, укажите имя списка, за которым следует индекс элемента в квадратных скобках.

Например, название первого велосипеда в списке `bicycles` выводится следующим образом:

```
bicycles = ['trek', 'cannondale', 'redline', 'specialized']
❶ print(bicycles[0])
```

Синтаксис обращения к элементу показан в точке ❶. Когда мы запрашиваем один элемент из списка, Python возвращает только этот элемент без квадратных скобок или кавычек:

```
trek
```

Именно такой результат должны увидеть пользователи — чистый, аккуратно отформатированный вывод.

Также можно использовать строковые методы из главы 2 с любым элементом списка. Например, элемент `'trek'` можно более аккуратно отформатировать при помощи метода `title()`:

```
bicycles = ['trek', 'cannondale', 'redline', 'specialized']
print(bicycles[0].title())
```

Этот пример выдает такой же результат, как и предыдущий, только название `'Trek'` выводится с прописной буквы.

Индексы начинаются с 0, а не с 1

Python считает, что первый элемент списка находится в позиции 0, а не в позиции 1. Этот принцип встречается в большинстве языков программирования и объясняется особенностями низкоуровневой реализации операций со списками. Если вы получаете неожиданные результаты, определите, не допустили ли вы простую ошибку «смещения на 1».

Второму элементу списка соответствует индекс 1. В этой простой схеме индекс любого элемента вычисляется уменьшением на 1 его позиции в списке. Например, чтобы обратиться к четвертому элементу списка, следует запросить элемент с индексом 3.

В следующем примере выводятся названия велосипедов с индексами 1 и 3:

```
bicycles = ['trek', 'cannondale', 'redline', 'specialized']
print(bicycles[1])
print(bicycles[3])
```

При этом выводится второй и четвертый элементы списка:

```
cannondale
specialized
```

В Python также существует специальный синтаксис для обращения к последнему элементу списка. Если запросить элемент с индексом `-1`, Python всегда возвращает последний элемент в списке:

```
bicycles = ['trek', 'cannondale', 'redline', 'specialized']
print(bicycles[-1])
```

Фрагмент вернет значение `'specialized'`. Этот синтаксис весьма полезен, потому что при работе со списками часто требуется обратиться к последним элементам, не зная точное количество элементов в списке. Синтаксис также распространяется на другие отрицательные значения индексов. Индекс `-2` возвращает второй элемент от конца списка, индекс `-3` — третий элемент от конца и т. д.

Использование отдельных элементов из списка

Отдельные значения из списка используются так же, как и любые другие переменные. Например, вы можете воспользоваться конкатенацией для построения сообщения, содержащего значение из списка.

Попробуем извлечь название первого велосипеда из списка и составить сообщение, включающее это значение.

```
bicycles = ['trek', 'cannondale', 'redline', 'specialized']
❶ message = "My first bicycle was a " + bicycles[0].title() + "."
print(message)
```

В точке ❶ программа строит сообщение, содержащее значение из `bicycles[0]`, и сохраняет его в переменной `message`. Так создается простое предложение с упоминанием первого велосипеда из списка:

My first bicycle was a Trek.

УПРАЖНЕНИЯ

Попробуйте написать несколько коротких программ, чтобы получить предварительное представление о списках Python. Возможно, для упражнений из каждой главы стоит создать отдельную папку, чтобы избежать путаницы.

3-1. Имена: сохраните имена нескольких своих друзей в списке с именем `names`. Выведите имя каждого друга, обратившись к каждому элементу списка (по одному за раз).

3-2. Сообщения: начните со списка, использованного в упражнении 3-1, но вместо вывода имени каждого человека выведите сообщение. Основной текст всех сообщений должен быть одинаковым, но каждое сообщение должно включать имя адресата.

3-3. Собственный список: выберите свой любимый вид транспорта (например, мотоциклы или машины) и создайте список с примерами. Используйте свой список для вывода утверждений об элементах типа: «Я хотел бы купить мотоцикл Honda».

Изменение, добавление и удаление элементов

Обычно вы будете создавать *динамические* списки; это означает, что во время выполнения программы в созданном вами списке будут добавляться и удаляться элементы. Например, вы можете создать игру, в которой игрок должен стрелять по кораблям космических захватчиков. Исходный набор кораблей сохраняется в списке; каждый раз, когда вы сбиваете корабль, он удаляется из списка. Каждый

раз, когда на экране появляется новый враг, он включается в список. Длина списка кораблей будет уменьшаться и увеличиваться по ходу игры.

Изменение элементов в списке

Синтаксис изменения элемента напоминает синтаксис обращения к элементу списка. Чтобы изменить элемент, укажите имя списка и индекс изменяемого элемента в квадратных скобках; далее задайте новое значение, которое должно быть присвоено элементу.

Допустим, имеется список мотоциклов, и первым элементом списка хранится строка 'honda'. Как изменить значение первого элемента?

motorcycles.py

- ❶ motorcycles = ['honda', 'yamaha', 'suzuki']
print(motorcycles)
- ❷ motorcycles[0] = 'ducati'
print(motorcycles)

В точке ❶ определяется исходный список, в котором первый элемент содержит строку 'honda'. В точке ❷ значение первого элемента заменяется строкой 'ducati'. Из вывода видно, что первый элемент действительно изменился, а остальные элементы списка сохранили прежние значения:

```
['honda', 'yamaha', 'suzuki']
['ducati', 'yamaha', 'suzuki']
```

Изменить можно значение любого элемента в списке, не только первого.

Добавление элементов в список

Новые элементы могут добавляться в списки по разным причинам — например, для появления на экране новых космических кораблей, включения новых данных в визуализацию или добавления новых зарегистрированных пользователей на построенный вами сайт. Python предоставляет несколько способов добавления новых данных в существующие списки.

Присоединение элементов в конец списка

Простейший способ добавления новых элементов в список — присоединение элемента в конец списка. Используя список из предыдущего примера, добавим новый элемент 'ducati':

- ```
motorcycles = ['honda', 'yamaha', 'suzuki']
print(motorcycles)
```
- ❶ motorcycles.append('ducati')
print(motorcycles)

Метод `append()` в точке ❶ присоединяет строку `'ducati'` в конец списка, другие элементы в списке при этом остаются неизменными:

```
['honda', 'yamaha', 'suzuki']
['honda', 'yamaha', 'suzuki', 'ducati']
```

Метод `append()` упрощает динамическое построение списков. Например, вы можете начать с пустого списка и добавлять в него элементы серией команд `append()`. В следующем примере в пустой список добавляются элементы `'honda'`, `'yamaha'` и `'suzuki'`:

```
motorcycles = []

motorcycles.append('honda')
motorcycles.append('yamaha')
motorcycles.append('suzuki')

print(motorcycles)
```

Полученный список выглядит точно так же, как и списки из предыдущих примеров:

```
['honda', 'yamaha', 'suzuki']
```

Такой способ построения списков встречается очень часто, потому что данные, которые пользователь захочет сохранить в программе, нередко становятся известными только после запуска программы. Чтобы пользователь мог управлять содержимым списка, начните с определения пустого списка, а затем присоединяйте к нему каждое новое значение.

### Вставка элементов в список

Метод `insert()` позволяет добавить новый элемент в произвольную позицию списка. Для этого следует указать индекс и значение нового элемента.

```
motorcycles = ['honda', 'yamaha', 'suzuki']

❶ motorcycles.insert(0, 'ducati')
print(motorcycles)
```

В этом примере в точке ❶ значение `'ducati'` вставляется в начало списка. Метод `insert()` выделяет свободное место в позиции 0 и сохраняет в нем значение `'ducati'`. Все остальные значения списка при этом сдвигаются на одну позицию вправо:

```
['ducati', 'honda', 'yamaha', 'suzuki']
```

### Удаление элементов из списка

Нередко возникает необходимость в удалении одного или нескольких элементов из списка. Например, когда игрок сбивает корабль пришельца, этот корабль нужно удалить из списка активных врагов. Или когда пользователь решает удалить свою учетную запись в созданном вами веб-приложении, этот пользователь должен быть

убран из списка активных пользователей. Элементы удаляются из списка по позиции или по значению.

### Удаление элемента с использованием команды del

Если вам известна позиция элемента, который должен быть удален из списка, воспользуйтесь командой `del`.

```
motorcycles = ['honda', 'yamaha', 'suzuki']
print(motorcycles)
```

```
❶ del motorcycles[0]
print(motorcycles)
```

В точке ❶ вызов `del` удаляет первый элемент, 'honda', из списка `motorcycles`:

```
['honda', 'yamaha', 'suzuki']
['yamaha', 'suzuki']
```

Команда `del` позволяет удалить элемент из любой позиции списка, если вам известен его индекс. Например, вот как из списка удаляется второй элемент 'yamaha':

```
motorcycles = ['honda', 'yamaha', 'suzuki']
print(motorcycles)
```

```
del motorcycles[1]
print(motorcycles)
```

Второй элемент исчез из списка:

```
['honda', 'yamaha', 'suzuki']
['honda', 'suzuki']
```

В обоих примерах значение, удаленное из списка после использования команды `del`, становится недоступным.

### Удаление элемента с использованием метода `pop()`

Иногда значение, удаляемое из списка, должно как-то использоваться. Допустим, вы хотите получить координаты *x* и *y* только что сбитого корабля пришельцев, чтобы изобразить взрыв в этой позиции. В веб-приложении пользователь, удаленный из списка активных участников, может быть добавлен в список неактивных и т. д.

Метод `pop()` удаляет последний элемент из списка, но позволяет работать с ним после удаления. Удалим мотоцикл из списка:

```
❶ motorcycles = ['honda', 'yamaha', 'suzuki']
print(motorcycles)

❷ popped_motorcycle = motorcycles.pop()
❸ print(motorcycles)
❹ print(popped_motorcycle)
```

Сначала в точке ❶ определяется и выводится содержимое списка `motorcycles`. В точке ❷ значение извлекается из списка и сохраняется в переменной с именем

`popped_motorcycle`. Вывод измененного списка в точке ❸ показывает, что значение было удалено из списка. Затем мы выводим извлеченное значение в точке ❹, демонстрируя, что удаленное из списка значение остается доступным в программе. Из вывода видно, что значение `'suzuki'`, удаленное в конце списка, теперь хранится в переменной `popped_motorcycle`:

```
['honda', 'yamaha', 'suzuki']
['honda', 'yamaha']
suzuki
```

Для чего может понадобиться метод `pop()`? Представьте, что мотоциклы в списке хранятся в хронологическом порядке в соответствии с датой их покупки. В таком случае команда `pop()` может использоваться для вывода сообщения о последнем купленном мотоцикле:

```
motorcycles = ['honda', 'yamaha', 'suzuki']

last_owned = motorcycles.pop()
print("The last motorcycle I owned was a " + last_owned.title() + ".")
```

Программа выводит простое сообщение:

```
The last motorcycle I owned was a Suzuki.
```

### Извлечение элементов из произвольной позиции списка

Вызов `pop()` может использоваться для удаления элемента в произвольной позиции списка; для этого следует указать индекс удаляемого элемента в круглых скобках.

```
motorcycles = ['honda', 'yamaha', 'suzuki']

❶ first_owned = motorcycles.pop(0)
❷ print('The first motorcycle I owned was a ' + first_owned.title() +
 ':')
```

Сначала первый элемент извлекается из списка в точке ❶, а затем в точке ❷ выводится сообщение об этом мотоцикле. Программа выводит простое сообщение о первом мотоцикле:

```
The first motorcycle I owned was a Honda.
```

Помните, что после каждого вызова `pop()` элемент, с которым вы работаете, уже не находится в списке.

Если вы не уверены в том, какой из двух способов выбрать — команду `del` или метод `pop()`, — то простое правило поможет вам определиться. Если вы собираетесь просто удалить элемент из списка, никак не используя его, выбирайте команду `del`; если же вы намерены использовать элемент после удаления из списка, выбирайте метод `pop()`.

### Удаление элементов по значению

Иногда позиция удаляемого элемента неизвестна. Если вы знаете только значение элемента, используйте метод `remove()`.

Допустим, из списка нужно удалить значение 'ducati':

```
motorcycles = ['honda', 'yamaha', 'suzuki', 'ducati']
print(motorcycles)

❶ motorcycles.remove('ducati')
print(motorcycles)
```

Код в точке ❶ приказывает Python определить, в какой позиции списка находится значение 'ducati', и удалить этот элемент:

```
['honda', 'yamaha', 'suzuki', 'ducati']
['honda', 'yamaha', 'suzuki']
```

Метод `remove()` также может использоваться для работы со значением, которое удаляется из списка. Следующая программа удаляет значение 'ducati' и выводит причину удаления:

```
❶ motorcycles = ['honda', 'yamaha', 'suzuki', 'ducati']
print(motorcycles)
❷ too_expensive = 'ducati'
❸ motorcycles.remove(too_expensive)
print(motorcycles)
❹ print("\nA " + too_expensive.title() + " is too expensive for me.")
```

После определения списка в точке ❶ значение 'ducati' сохраняется в переменной с именем `too_expensive` в точке ❷. Затем эта переменная сообщает Python, какое значение должно быть удалено из списка ❸. В точке ❹ значение 'ducati' было удалено из списка, но продолжает храниться в переменной `too_expensive`, что позволяет вывести сообщение с причиной удаления 'ducati' из списка мотоциклов:

```
['honda', 'yamaha', 'suzuki', 'ducati']
['honda', 'yamaha', 'suzuki']
```

A Ducati is too expensive for me.

## ПРИМЕЧАНИЕ

Метод `remove()` удаляет только первое вхождение заданного значения. Если существует вероятность того, что значение встречается в списке более одного раза, используйте цикл для определения того, были ли удалены все вхождения данного значения. О том, как это делать, рассказано в главе 7.

## УПРАЖНЕНИЯ

Следующие упражнения немного сложнее упражнений из главы 2, но они предоставляют возможность попрактиковаться в выполнении всех описанных операций со списками.

3-4. Список гостей: если бы вы могли пригласить кого угодно (из живых или умерших) на обед, то кого бы вы пригласили? Создайте список, включающий минимум трех людей, которых вам хотелось бы пригласить на обед. Затем используйте этот список для вывода пригласительного сообщения каждому участнику.

3-5. Изменение списка гостей: вы только что узнали, что один из гостей прийти не сможет, поэтому вам придется разослать новые приглашения. Отсутствующего гостя нужно заменить кем-то другим.

- Начните с программы из упражнения 3-4. Добавьте в конец программы команду `print` для вывода имени гостя, который прийти не сможет.
- Измените список и замените имя гостя, который прийти не сможет, именем нового приглашенного.
- Выведите новый набор сообщений с приглашениями – по одному для каждого участника, входящего в список.

3-6. Больше гостей: вы решили купить обеденный стол большего размера. Дополнительные места позволяют пригласить на обед еще трех гостей.

- Начните с программы из упражнения 3-4 или 3-5. Добавьте в конец программы команду `print`, которая выводит сообщение о расширении списка гостей.
- Добавьте вызов `insert()` для добавления одного гостя в начало списка.
- Добавьте вызов `insert()` для добавления одного гостя в середину списка.
- Добавьте вызов `append()` для добавления одного гостя в конец списка.
- Выведите новый набор сообщений с приглашениями – по одному для каждого участника, входящего в список.

3-7. Сокращение списка гостей: только что выяснилось, что новый обеденный стол привезти вовремя не успеют, и места хватит только для двух гостей.

- Начните с программы из упражнения 3-6. Добавьте команду для вывода сообщения о том, что на обед приглашаются всего два гостя.
- Используйте метод `pop()` для последовательного удаления гостей из списка до тех пор, пока в списке не останутся только два человека. Каждый раз, когда из списка удаляется очередное имя, выведите для этого человека сообщение о том, что вы со-жалеете об отмене приглашения.
- Выведите сообщение для каждого из двух человек, остающихся в списке. Сообщение должно подтверждать, что более раннее приглашение остается в силе.
- Используйте команду `del` для удаления двух последних имен, чтобы список остался пустым. Выведите список, чтобы убедиться в том, что в конце работы программы список действительно не содержит ни одного элемента.

## Упорядочение списка

Нередко список создается в непредсказуемом порядке, потому что порядок получения данных от пользователя не всегда находится под вашим контролем. И хотя во многих случаях такое положение дел неизбежно, часто требуется вывести информацию в определенном порядке. В одних случаях требуется сохранить исходный порядок элементов в списке, в других исходный порядок должен быть изменен. Python предоставляет в распоряжение программиста несколько разных способов упорядочения списка в зависимости от ситуации.

### Постоянная сортировка списка методом `sort()`

Метод `sort()` позволяет относительно легко отсортировать список. Предположим, имеется список машин, и вы хотите переупорядочить эти элементы по алфавиту.

Чтобы упростить задачу, предположим, что все значения в списке состоят из символов нижнего регистра.

```
cars.py
cars = ['bmw', 'audi', 'toyota', 'subaru']
❶ cars.sort()
print(cars)
```

Метод `sort()` в точке ❶ осуществляет постоянное изменение порядка элементов в списке. Названия машин располагаются в алфавитном порядке, и вернуться к исходному порядку уже не удастся:

```
['audi', 'bmw', 'subaru', 'toyota']
```

Список также можно отсортировать в обратном алфавитном порядке; для этого методу `sort()` следует передать аргумент `reverse=True`. В следующем примере список сортируется в порядке, обратном алфавитному:

```
cars = ['bmw', 'audi', 'toyota', 'subaru']
cars.sort(reverse=True)
print(cars)
```

И снова порядок элементов изменяется на постоянной основе:

```
['toyota', 'subaru', 'bmw', 'audi']
```

## Временная сортировка списка функцией `sorted()`

Чтобы сохранить исходный порядок элементов списка, но временно представить их в отсортированном порядке, можно воспользоваться функцией `sorted()`. Функция `sorted()` позволяет представить список в определенном порядке, но не изменяет фактического порядка элементов в списке.

Попробуем применить эту функцию к списку машин.

```
cars = ['bmw', 'audi', 'toyota', 'subaru']

❶ print("Here is the original list:")
print(cars)

❷ print("\nHere is the sorted list:")
print(sorted(cars))

❸ print("\nHere is the original list again:")
print(cars)
```

Сначала список выводится в исходном порядке ❶, а затем в алфавитном ❷. После того как список будет выведен в новом порядке, в точке ❸, мы убеждаемся в том, что список все еще хранится в исходном порядке.

```
Here is the original list:
['bmw', 'audi', 'toyota', 'subaru']
```

```
Here is the sorted list:
```

```
['audi', 'bmw', 'subaru', 'toyota']
```

- ❶ Here is the original list again:  
['bmw', 'audi', 'toyota', 'subaru']

Обратите внимание: после вызова функции `sorted()` список продолжает храниться в исходном порядке ❶. Функции `sorted()` также можно передать аргумент `reverse=True`, чтобы список был представлен в порядке, обратном алфавитному.

### ПРИМЕЧАНИЕ

Если не все значения записаны в нижнем регистре, алфавитная сортировка списка немного усложняется. При определении порядка сортировки появляются разные способы интерпретации прописных букв, и точное определение порядка уже не столь важно (во всяком случае, чтобы отвлекаться на него сейчас). Впрочем, большинство способов сортировки напрямую следует из того, о чем вы узнали в этом разделе.

## Вывод списка в обратном порядке

Чтобы переставить элементы списка в обратном порядке, используйте метод `reverse()`. Скажем, если список машин первоначально хранился в хронологическом порядке даты приобретения, элементы можно легко переупорядочить в обратном хронологическом порядке:

```
cars = ['bmw', 'audi', 'toyota', 'subaru']
print(cars)

cars.reverse()
print(cars)
```

Обратите внимание: метод `reverse()` не сортирует элементы в обратном алфавитном порядке, а просто переходит к обратному порядку списка:

```
['bmw', 'audi', 'toyota', 'subaru']
['subaru', 'toyota', 'audi', 'bmw']
```

Метод `reverse()` осуществляет постоянное изменение порядка элементов, но вы можете легко вернуться к исходному порядку, снова применив `reverse()` к обратному списку.

## Определение длины списка

Вы можете быстро определить длину списка с помощью функции `len()`. Список в нашем примере состоит из четырех элементов, поэтому его длина равна 4:

```
>>> cars = ['bmw', 'audi', 'toyota', 'subaru']
>>> len(cars)
4
```

Метод `len()` может пригодиться для определения количества пришельцев, которых необходимо сбить в игре; объема данных, которыми необходимо управлять в визуализации; количества зарегистрированных пользователей на веб-сайте и т. д.

## ПРИМЕЧАНИЕ

Python подсчитывает элементы списка, начиная с 1, поэтому при определении длины списка ошибок «смещения на 1» уже быть не должно.

## УПРАЖНЕНИЯ

3-8. Повидать мир: вспомните хотя бы пять стран, в которых вам хотелось бы побывать.

- Сохраните названия стран в списке. Проследите за тем, чтобы список не хранился в алфавитном порядке.
- Выведите список в исходном порядке. Не беспокойтесь об оформлении списка, просто выведите его как обычный список Python.
- Используйте функцию sorted() для вывода списка в алфавитном порядке без изменения списка.
- Снова выведите список, чтобы показать, что он по-прежнему хранится в исходном порядке.
- Используйте функцию sorted() для вывода списка в обратном алфавитном порядке без изменения порядка исходного списка.
- Снова выведите список, чтобы показать, что исходный порядок не изменился.
- Измените порядок элементов вызовом reverse(). Выведите список, чтобы показать, что элементы следуют в другом порядке.
- Измените порядок элементов повторным вызовом reverse(). Выведите список, чтобы показать, что список вернулся к исходному порядку.
- Отсортируйте список в алфавитном порядке вызовом sort(). Выведите список, чтобы показать, что элементы следуют в другом порядке.
- Вызовите sort() для перестановки элементов списка в обратном алфавитном порядке. Выведите список, чтобы показать, что порядок элементов изменился.

3-9. Количество гостей: в одной из программ из упражнений с 3-4 по 3-7 используйте len() для вывода сообщения с количеством людей, приглашенных на обед.

3-10. Все функции: придумайте информацию, которую можно было бы хранить в списке. Например, создайте список гор, рек, стран, городов, языков... словом, чего угодно. Напишите программу, которая создает список элементов, а затем вызывает каждую функцию, упоминавшуюся в этой главе, хотя бы один раз.

## Ошибки индексирования при работе со списками

Когда программист только начинает работать со списками, он часто допускает одну характерную ошибку. Допустим, имеется список с тремя элементами, и программа запрашивает четвертый элемент:

```
motorcycles = ['honda', 'yamaha', 'suzuki']
print(motorcycles[3])
```

В этом случае происходит ошибка индексированием:

```
Traceback (most recent call last):
 File "motorcycles.py", line 3, in <module>
 print(motorcycles[3])
IndexError: list index out of range
```

Python пытается вернуть элемент с индексом 3. Однако при поиске по списку ни один элемент `motorcycles` не обладает индексом 3. Из-за смещения индексов на 1 эта ошибка весьма распространена. Люди думают, что третьим элементом является элемент с индексом 3, потому что они начинают отсчет с 1. Но для Python третьим является элемент с индексом 2, потому что индексирование начинается с 0.

Ошибка индексирования означает, что Python не может понять, какой индекс запрашивается в программе. Если в вашей программе происходит ошибка индексирования, попробуйте уменьшить запрашиваемый индекс на 1. Затем снова запустите программу и проверьте правильность результатов.

Помните, что для обращения к последнему элементу в списке используется индекс `-1`. Этот способ работает всегда, даже если размер списка изменился с момента последнего обращения к нему:

```
motorcycles = ['honda', 'yamaha', 'suzuki']
print(motorcycles[-1])
```

Индекс `-1` всегда возвращает последний элемент списка, в данном случае значение `'suzuki'`:

```
'suzuki'
```

Этот синтаксис порождает ошибку только в одном случае — при попытке получить последний элемент пустого списка:

```
motorcycles = []
print(motorcycles[-1])
```

В списке `motorcycles` нет ни одного элемента, поэтому Python снова выдает ошибку индексирования:

```
Traceback (most recent call last):
 File "motorcycles.py", line 3, in <module>
 print(motorcycles[-1])
IndexError: list index out of range
```

## ПРИМЕЧАНИЕ

Если в вашей программе произошла ошибка индексирования и вы не знаете, как с ней справиться, попробуйте вывести список или хотя бы его длину. Возможно, ваш список выглядит совсем не так, как вы думаете, особенно если его содержимое динамически определялось программой. Фактическое состояние списка или точное количество элементов в нем поможет вам выявить логические ошибки такого рода.

## УПРАЖНЕНИЯ

- 3-11. Намеренная ошибка: если ни в одной из предшествующих программ вы еще не сталкивались с ошибками индексирования, попробуйте создать такую ошибку искусственно. Измените индекс в одной из программ, чтобы вызвать ошибку индексирования. Не забудьте исправить ошибку перед тем, как закрыть программу.

## Итоги

В этой главе вы узнали, что представляют собой списки и как работать с отдельными элементами в списках. Вы научились определять списки, добавлять и удалять элементы, выполнять сортировку (постоянную или временную для отображения). Также вы узнали, как определить длину списка и как избежать ошибок индексирования при работе со списком.

В главе 4 рассматриваются приемы более эффективной работы со списками. Переход всех элементов списка всего в нескольких строках кода, даже если список содержит тысячи или миллионы элементов, сокращает объем программы.

# 4

## Работа со списками

В главе 3 вы научились создавать простые списки и работать с отдельными элементами списков. В этой главе вы узнаете, как перебрать весь список всего в нескольких строках кода (независимо от длины списка). Механизм перебора позволяет выполнить одно действие или набор действий с каждым элементом в списке. С его помощью вы сможете эффективно работать со списками любой длины, даже состоящими из тысяч и миллионов элементов.

### Перебор всего списка

Типичная задача из области программирования — перебрать все элементы списка и выполнить с каждым элементом одну и ту же операцию. Например, в компьютерной игре все экранные объекты могут смещаться на одинаковую величину, или в списке чисел к каждому элементу может применяться одна и та же статистическая операция. А может быть, вам нужно вывести все заголовки из списка статей на сайте. В ситуациях, требующих применения одного действия к каждому элементу списка, можно воспользоваться циклами `for`.

Допустим, имеется список с именами фокусников, и вы хотите вывести каждое имя из списка. Конечно, можно обратиться к каждому элементу по отдельности, но такой подход создает ряд проблем. Во-первых, для очень длинных списков все сводится к однообразным повторениям. Во-вторых, при любом изменении длины списка в программу придется вносить изменения. Цикл `for` решает обе проблемы: Python будет следить за всеми техническими деталями в своей внутренней реализации.

В следующем примере цикл `for` используется для вывода имен фокусников:

*magicians.py*

```
❶ magicians = ['alice', 'david', 'carolina']
❷ for magician in magicians:
❸ print(magician)
```

Все начинается с определения списка ❶, как и в главе 3. В точке ❷ определяется цикл `for`. Эта строка приказывает Python взять очередное имя из списка и сохранить его в переменной `magician`. В точке ❸ выводится имя, только что сохраненное в переменной `magician`. Затем строки ❶ и ❷ повторяются для каждого имени

в списке. Этот код можно описать так: «Для каждого фокусника в списке вывести его имя». Результат представляет собой простой перечень имен из списка:

```
alice
david
carolina
```

## Подробнее о циклах

Концепция циклов очень важна, потому что она представляет один из основных способов автоматизации повторяющихся задач компьютером. Например, в простом цикле, использованном в `magicians.py`, Python сначала читает первую строку цикла:

```
for magician in magicians:
```

Эта строка означает, что нужно взять первое значение из списка `magicians` и сохранить его в переменной `magician`. Первое значение в списке — `'alice'`. Затем Python читает следующую строку:

```
print(magician)
```

Python выводит текущее значение `magician`, которое все еще равно `'alice'`. Так как в списке еще остались другие значения, Python возвращается к первой строке цикла:

```
for magician in magicians:
```

Python берет следующее значение из списка — `'david'` — и сохраняет его в `magician`. Затем выполняется строка:

```
print(magician)
```

Python снова выводит текущее значение `magician`; теперь это строка `'david'`. Весь цикл повторяется еще раз с последним значением в списке, `'carolina'`. Так как других значений в списке не осталось, Python переходит к следующей строке в программе. В данном случае после цикла `for` ничего нет, поэтому программа просто завершается.

Помните, что все действия повторяются по одному разу для каждого элемента в списке независимо от их количества. Если список содержит миллион элементов, Python повторит эти действия миллион раз — обычно это происходит очень быстро.

Также помните, что при написании собственных циклов `for` временной переменной для текущего значения из списка можно присвоить любое имя. Однако на практике рекомендуется выбирать осмысленное имя, описывающее отдельный элемент списка. Несколько примеров:

```
for cat in cats:
for dog in dogs:
for item in list_of_items:
```

Выполнение этого правила поможет вам проследить за тем, какие действия выполняются с каждым элементом в цикле `for`. В зависимости от того, какое число ис-

пользуется — одиночное и множественное, вы сможете понять, работает ли данная часть кода с отдельным элементом из списка или со всем списком.

## Более сложные действия в циклах `for`

В цикле `for` с каждым элементом списка может выполняться практически любое действие. Дополним предыдущий пример, чтобы программа выводила для каждого фокусника отдельное сообщение:

```
magicians = ['alice', 'david', 'carolina']
for magician in magicians:
 print(magician.title() + ", that was a great trick!")
```

Единственное отличие этого кода от предыдущего заключается в том, что в точке ❶ для каждого фокусника строится сообщение с его именем. При первом проходе цикла переменная `magician` содержит значение `'alice'`, поэтому Python начинает первое сообщение с имени `'Alice'`. При втором проходе сообщение будет начинаться с имени `'David'`, а при третьем — с имени `'Carolina'`:

```
Alice, that was a great trick!
David, that was a great trick!
Carolina, that was a great trick!
```

Тело цикла `for` может содержать сколько угодно строк кода. Каждая строка с начальным отступом после строки `for magician in magicians` считается находящейся в цикле и выполняется по одному разу для каждого значения в списке. Таким образом, с каждым значением в списке можно выполнить любые операции на ваше усмотрение.

Включим в сообщение для каждого фокусника вторую строку:

```
magicians = ['alice', 'david', 'carolina']
for magician in magicians:
 print(magician.title() + ", that was a great trick!")
 ❶ print("I can't wait to see your next trick, " + magician.
 title() + ".\n")
```

Так как обе команды `print` снабжены отступами, каждая строка будет выполнена по одному разу для каждого фокусника в списке. Символ новой строки (`"\n"`) во второй команде `print` ❶ вставляет пустую строку после каждого прохода цикла. В результате будет создан набор сообщений, аккуратно сгруппированных для каждого фокусника в списке:

```
Alice, that was a great trick!
I can't wait to see your next trick, Alice.
```

```
David, that was a great trick!
I can't wait to see your next trick, David.
```

```
Carolina, that was a great trick!
I can't wait to see your next trick, Carolina.
```

Тело цикла `for` может содержать сколько угодно строк кода. На практике часто требуется выполнить в цикле `for` несколько разных операций для каждого элемента списка.

## Выполнение действий после цикла `for`

Что происходит после завершения цикла `for`? Обычно программа выводит сводную информацию или переходит к другим операциям.

Каждая строка кода после цикла `for`, не имеющая отступа, выполняется без повторения. Допустим, вы хотите вывести сообщение для всей группы фокусников и поблагодарить их за превосходное представление. Чтобы вывести общее сообщение после всех отдельных сообщений, разместите его после цикла `for` без отступа:

```
magicians = ['alice', 'david', 'carolina']
for magician in magicians:
 print(magician.title() + ", that was a great trick!")
 print("I can't wait to see your next trick, " + magician.title() + ".\n")
❶ print("Thank you, everyone. That was a great magic show!")
```

Первые две команды `print` повторяются по одному разу для каждого фокусника в списке, как было показано ранее. Но поскольку строка ❶ отступа не имеет, это сообщение выводится только один раз:

```
Alice, that was a great trick!
I can't wait to see your next trick, Alice.
```

```
David, that was a great trick!
I can't wait to see your next trick, David.
```

```
Carolina, that was a great trick!
I can't wait to see your next trick, Carolina.
```

```
Thank you, everyone. That was a great magic show!
```

При обработке данных в циклах `for` завершающее сообщение позволяет подвести итог операции, выполненной со всем набором данных. Например, цикл `for` может инициализировать игру, перебирая список персонажей и изображая каждого персонажа на экране. После цикла выполняется блок без отступа, который выводит кнопку `Начать игру` после того, как все персонажи появятся на экране.

## Предотвращение ошибок с отступами

В Python связь одной строки кода с предшествующей строкой обозначается отступами. В приведенных примерах строки, выводившие сообщения для отдельных фокусников, были частью цикла, потому что они были снабжены отступами. Применение отступов в Python сильно упрощает чтение кода. Фактически отступы заставляют разработчика писать аккуратно отформатированный код с четкой визуальной структурой. В более длинных программах Python могут встречаться

блоки кода с отступами нескольких разных уровней. Эти уровни способствуют пониманию общей структуры программы.

Когда разработчики только начинают писать код, работа которого зависит от правильности отступов, в их коде нередко встречаются распространенные ошибки. Например, иногда они расставляют отступы в коде, в котором эти отступы не нужны, или наоборот — забывают ставить отступы в блоках, где это необходимо. Несколько примеров помогут вам избежать подобных ошибок в будущем и успешно исправлять их, когда они встретятся в ваших программах.

Итак, рассмотрим несколько типичных ошибок при использовании отступов.

## Пропущенный отступ

Строка после команды `for` в цикле всегда должна снабжаться отступом. Если вы забудете поставить отступ, Python напомнит вам об этом:

```
magicians.py
magicians = ['alice', 'david', 'carolina']
for magician in magicians:
❶ print(magician)
```

Команда `print` в точке ❶ должна иметь отступ, но здесь его нет. Когда Python ожидает увидеть блок с отступом, но не находит его, появляется сообщение с указанием номера строки:

```
File "magicians.py", line 3
 print(magician)
 ^
IndentationError: expected an indented block
```

Обычно для устранения подобных ошибок достаточно поставить отступ в строке (или строках), следующей непосредственно после команды `for`.

## Пропущенные отступы в других строках

Иногда цикл выполняется без ошибок, но не выдает ожидаемых результатов. Такое часто происходит, когда вы пытаетесь выполнить несколько операций в цикле, но забываете снабдить отступом некоторые из строк.

Например, вот что происходит, если вы забудете снабдить отступом вторую строку в цикле:

```
magicians = ['alice', 'david', 'carolina']
for magician in magicians:
 print(magician.title() + ", that was a great trick!")
❶ print("I can't wait to see your next trick, " + magician.title() +
 ".\n")
```

Команда `print` в точке ❶ должна быть снабжена отступом, но, поскольку Python находит хотя бы одну строку с отступом после команды `for`, сообщение об ошибке не выдается. В результате первая команда `print` будет выполнена для каждого

элемента в списке, потому что в ней есть отступ. Вторая команда `print` отступа не имеет, поэтому она будет выполнена только один раз после завершения цикла. Так как последним значением `magician` является строка '`carolina`', второе сообщение будет выведено только с этим именем:

```
Alice, that was a great trick!
David, that was a great trick!
Carolina, that was a great trick!
I can't wait to see your next trick, Carolina.
```

Это пример логической ошибки. Код имеет действительный синтаксис, но он не приводит к желаемому результату, потому что проблема кроется в его логике. Если некоторое действие должно повторяться для каждого элемента в списке, но выполняется только один раз, проверьте, не нужно ли добавить отступы в строке или нескольких строках кода.

## Лишние отступы

Если вы случайно поставите отступ в строке, в которой он не нужен, Python сообщит об этом:

```
hello_world.py
message = "Hello Python world!"
❶ print(message)
```

Отступ команды `print` в точке ❶ не нужен, потому что эта строка не подчинена предшествующей; Python сообщает об ошибке:

```
File "hello_world.py", line 2
 print(message)
 ^
IndentationError: unexpected indent
```

Чтобы избежать непредвиденных ошибок с отступами, используйте их только там, где для этого существуют конкретные причины. В тех программах, которые вы пишете на этой стадии изучения Python, отступы нужны только в строках действий, повторяемых для каждого элемента в цикле `for`.

## Лишние отступы после цикла

Если вы случайно снабдите отступом код, который должен выполняться *после* завершения цикла, то этот код будет выполнен для каждого элемента. Иногда Python выводит сообщение об ошибке, но часто дело ограничивается простой логической ошибкой.

Например, что произойдет, если случайно снабдить отступом строку с выводом завершающего приветствия для группы фокусников?

```
magicians = ['alice', 'david', 'carolina']
for magician in magicians:
 print(magician.title() + ", that was a great trick!")
```

```

print("I can't wait to see your next trick, " + magician.title() + ".\n")
❶ print("Thank you everyone, that was a great magic show!")

```

Так как строка ❶ имеет отступ, сообщение будет продублировано для каждого фокусника в списке ❷:

```

Alice, that was a great trick!
I can't wait to see your next trick, Alice.

```

- ❷ Thank you everyone, that was a great magic show!  
David, that was a great trick!  
I can't wait to see your next trick, David.
- ❷ Thank you everyone, that was a great magic show!  
Carolina, that was a great trick!  
I can't wait to see your next trick, Carolina.
- ❷ Thank you everyone, that was a great magic show!

Это еще один пример логической ошибки, наподобие описанной в разделе «Пропущенные отступы в других строках» на с. 66. Python не знает, что вы пытаетесь сделать в своем коде, поэтому он просто выполняет весь код, не нарушающий правил синтаксиса. Если действие, которое должно выполняться один раз, выполняется многократно, проверьте, нет ли лишнего отступа в соответствующей строке кода.

## Пропущенное двоеточие

Двоеточие в конце команды `for` сообщает Python, что следующая строка является началом цикла.

```

magicians = ['alice', 'david', 'carolina']
❶ for magician in magicians
 print(magician)

```

Если вы случайно забудете поставить двоеточие, как в примере ❶, произойдет синтаксическая ошибка, так как полученная команда нарушает правила языка. И хотя такие ошибки легко исправляются, найти их бывает достаточно трудно. Вы не поверите, сколько времени тратят программисты на поиск подобных «односимвольных» ошибок. Поиск таких ошибок усложняется еще и тем, что человек склонен видеть то, что он ожидает увидеть.

### УПРАЖНЕНИЯ

4-1. Пицца: вспомните по крайней мере три ваши любимые разновидности пиццы. Сохраните их в списке и используйте цикл `for` для вывода всех названий.

- Измените цикл `for` так, чтобы вместо простого названия пиццы выводилось сообщение, включающее это название. Таким образом, для каждого элемента должна выводиться строка с простым текстом вида «`I like pepperoni pizza`».
- Добавьте в конец программы (после цикла `for`) строку с завершающим сообщением. Таким образом, вывод должен состоять из трех (и более) строк с названиями пиццы и дополнительного сообщения, скажем, «`I really love pizza!`».

4-2. Животные: создайте список из трех (и более) животных, обладающих общей характеристикой. Используйте цикл `for` для вывода названий всех животных.

- Измените программу так, чтобы вместо простого названия выводилось сообщение, включающее это название, например «A dog would make a great pet».
- Добавьте в конец программы строку с описанием общего свойства. Например, можно вывести сообщение «Any of these animals would make a great pet!».

## Создание числовых списков

Необходимость хранения наборов чисел возникает в программах по многим причинам. Например, в компьютерной игре могут храниться координаты каждого персонажа на экране, таблицы рекордов и т. д. В программах визуализации данных пользователь почти всегда работает с наборами чисел: температурой, расстоянием, численностью населения, широтой/долготой и другими числовыми данными.

Списки идеально подходят для хранения наборов чисел, а Python предоставляет специальные средства для эффективной работы с числовыми списками. Достаточно один раз понять, как эффективно пользоваться этими средствами, и ваш код будет хорошо работать даже в том случае, если список содержит миллионы элементов.

### Функция `range()`

Функция `range()` упрощает построение числовых последовательностей. Например, с ее помощью можно легко вывести серию чисел:

```
numbers.py
for value in range(1,5):
 print(value)
```

И хотя на первый взгляд может показаться, что он должен вывести числа от 1 до 5, на самом деле число 5 не выводится:

```
1
2
3
4
```

В этом примере `range()` выводит только числа от 1 до 4. Перед вами еще одно проявление «смещения на 1», часто встречающегося в языках программирования. При выполнении функции `range()` Python начинает отсчет от первого переданного значения и прекращает его при достижении второго. Так как на втором значении происходит остановка, конец интервала (5 в данном случае) не встречается в выводе. Чтобы вывести числа от 1 до 5, используйте вызов `range(1,6)`:

```
for value in range(1,6):
 print(value)
```

На этот раз вывод начинается с 1 и завершается 5:

```
1
2
3
4
5
```

Если ваша программа при использовании `range()` выводит не тот результат, на который вы рассчитывали, попробуйте увеличить конечное значение на 1.

## Использование `range()` для создания числового списка

Если вы хотите создать числовой список, преобразуйте результаты `range()` в список при помощи функции `list()`. Если заключить вызов `range()` в `list()`, то результат будет представлять собой список с числовыми элементами.

В примере из предыдущего раздела числовая последовательность просто выводилась на экран. Тот же набор чисел можно преобразовать в список вызовом `list()`:

```
numbers = list(range(1,6))
print(numbers)
```

Результат:

```
[1, 2, 3, 4, 5]
```

Функция `range()` также может генерировать числовые последовательности, пропуская числа в заданном диапазоне. Например, построение списка четных чисел от 1 до 10 происходит так:

```
even_numbers.py
even_numbers = list(range(2,11,2))
print(even_numbers)
```

В этом примере функция `range()` начинает со значения 2, а затем увеличивает его на 2. Приращение 2 последовательно применяется до тех пор, пока не будет достигнуто или пройдено конечное значение 11, после чего выводится результат:

```
[2, 4, 6, 8, 10]
```

С помощью функции `range()` можно создать практически любой диапазон чисел. Например, как бы вы создали список квадратов всех целых чисел от 1 до 10? В языке Python операция возведения в степень обозначается двумя звездочками (\*\*). Один из возможных вариантов выглядит так:

```
squares.py
```

```
❶ squares = []
❷ for value in range(1,11):
❸ square = value**2
❹ squares.append(square)
❺ print(squares)
```

Сначала в точке ❶ создается пустой список с именем `squares`. В точке ❷ вы приказываете Python перебрать все значения от 1 до 10 при помощи функции `range()`. В цикле текущее значение возводится во вторую степень, а результат сохраняется в переменной `square` в точке ❸. В точке ❹ каждое новое значение `square` присоединяется к списку `squares`. Наконец, после завершения цикла список квадратов выводится в точке ❽:

```
[1, 4, 9, 16, 25, 36, 49, 64, 81, 100]
```

Чтобы сделать код более компактным, можно опустить времененную переменную `square` и присоединять каждое новое значение прямо к списку:

```
squares = []
for value in range(1,11):
❶ squares.append(value**2)

print(squares)
```

Конструкция ❶ выполняет ту же работу, что и строки ❸ и ❹ в `squares.py`. Каждое значение в цикле возводится во вторую степень, а затем немедленно присоединяется к списку квадратов.

При создании более сложных списков можно использовать любой из двух подходов. Иногда использование временной переменной упрощает чтение кода; в других случаях оно приводит лишь к напрасному удлинению кода. Сначала сосредоточьтесь на написании четкого и понятного кода, который делает именно то, что нужно, — и только потом переходите к анализу кода и поиску более эффективных решений.

## Простая статистика с числовыми списками

Некоторые функции Python предназначены для работы с числовыми списками. Например, вы можете легко узнать минимум, максимум и сумму числового списка:

```
>>> digits = [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 0]
>>> min(digits)
0
>>> max(digits)
9
>>> sum(digits)
45
```

### ПРИМЕЧАНИЕ

В примерах этой главы используются короткие списки чисел, но это делается только для того, чтобы данные помещались на странице. Примеры также будут работать и в том случае, если список содержит миллионы чисел.

## Генераторы списков

Описанный выше способ генерирования списка `squares` состоял из трех или четырех строк кода. *Генератор списков* (list comprehension) позволяет сгенериро-

вать тот же список всего в одной строке. Генератор списка объединяет цикл `for` и создание новых элементов в одну строку и автоматически присоединяет к списку все новые элементы. Учебники не всегда рассказывают о генераторах списка начинающим программистам, но я привожу этот материал, потому что вы с большой вероятностью встретите эту конструкцию, как только начнете просматривать код других разработчиков.

В следующем примере список квадратов, знакомый вам по предыдущим примерам, строится с использованием генератора списка:

```
squares.py
squares = [value**2 for value in range(1,11)]
print(squares)
```

Чтобы использовать этот синтаксис, начните с содержательного имени списка, например `squares`. Затем откройте квадратные скобки и определите выражение для значений, которые должны быть сохранены в новом списке. В данном примере это выражение `value**2`, которое возводит значение во вторую степень. Затем напишите цикл `for` для генерирования чисел, которые должны передаваться выражению, и закройте квадратные скобки. Цикл `for` в данном примере — `for value in range(1,11)` — передает значения с 1 до 10 выражению `value**2`. Обратите внимание на отсутствие двоеточия в конце команды `for`.

Результатом будет уже знакомый вам список квадратов:

```
[1, 4, 9, 16, 25, 36, 49, 64, 81, 100]
```

Чтобы успешно писать собственные генераторы списков, необходим определенный опыт. Тем не менее, как только вы освоитесь с созданием обычных списков, вы оцените возможности генераторов. Когда после очередного трех-четырехстрочного блока вам это надоест, подумайте о написании собственных генераторов списков.

### УПРАЖНЕНИЯ

4-3. Считаем до 20: используйте цикл `for` для вывода чисел от 1 до 20 включительно.

4-4. Миллион: создайте список чисел от 1 до 1 000 000, затем воспользуйтесь циклом `for` для вывода чисел. (Если вывод занимает слишком много времени, остановите его нажатием `Ctrl+C` или закройте окно вывода.)

4-5. Суммирование миллиона чисел: создайте список чисел от 1 до 1 000 000, затем воспользуйтесь функциями `min()` и `max()` и убедитесь в том, что список действительно начинается с 1 и заканчивается 1 000 000. Вызовите функцию `sum()` и посмотрите, насколько быстро Python сможет просуммировать миллион чисел.

4-6. Нечетные числа: воспользуйтесь третьим аргументом функции `range()` для создания списка нечетных чисел от 1 до 20. Выведите все числа в цикле `for`.

4-7. Тройки: создайте список чисел, кратных 3, в диапазоне от 3 до 30. Выведите все числа своего списка в цикле `for`.

4-8. Кубы: результат возведения числа в третью степень называется кубом. Например, куб 2 записывается в языке Python в виде `2**3`. Создайте список первых 10 кубов (то есть кубов всех целых чисел от 1 до 10) и выведите значения всех кубов в цикле `for`.

4-9. Генератор кубов: используйте конструкцию генератора списка для создания списка первых 10 кубов.

## Работа с частью списка

В главе 3 вы узнали, как обращаться к отдельным элементам списка, а в этой главе мы занимались перебором всех элементов списка. Также можно работать с конкретным подмножеством элементов списка; в Python такие подмножества называются *срезами* (slices).

### Создание среза

Чтобы создать срез списка, следует задать индексы первого и последнего элементов, с которыми вы намереваетесь работать. Как и в случае с функцией `range()`, Python останавливается на элементе, предшествующем второму индексу. Скажем, чтобы вывести первые три элемента списка, запросите индексы с 0 по 3, и вы получите элементы 0, 1 и 2.

В следующем примере используется список игроков команды:

```
players.py
players = ['charles', 'martina', 'michael', 'florence', 'eli']
❶ print(players[0:3])
```

В точке ❶ выводится срез списка, включающий только первых трех игроков. Вывод сохраняет структуру списка, но включает только первых трех игроков:

```
['charles', 'martina', 'michael']
```

Подмножество может включать любую часть списка. Например, чтобы ограничиться вторым, третьим и четвертым элементами списка, срез начинается с индекса 1 и заканчивается на индексе 4:

```
players = ['charles', 'martina', 'michael', 'florence', 'eli']
print(players[1:4])
```

На этот раз срез начинается с элемента '`martina`' и заканчивается элементом '`florence`':

```
['martina', 'michael', 'florence']
```

Если первый индекс среза не указан, то Python автоматически начинает срез от начала списка:

```
players = ['charles', 'martina', 'michael', 'florence', 'eli']
print(players[:4])
```

Без начального индекса Python берет элементы от начала списка:

```
['charles', 'martina', 'michael', 'florence']
```

Аналогичный синтаксис работает и для срезов, включающих конец списка. Например, если вам нужны все элементы с третьего до последнего, начните с индекса 2 и не указывайте второй индекс:

```
players = ['charles', 'martina', 'michael', 'florence', 'eli']
print(players[2:])
```

Python возвращает все элементы с третьего до конца списка:

```
['michael', 'florence', 'eli']
```

Этот синтаксис позволяет вывести все элементы от любой позиции до конца списка независимо от его длины. Вспомните, что отрицательный индекс возвращает элемент, находящийся на заданном расстоянии от конца списка; следовательно, вы можете получить любой срез от конца списка. Например, чтобы отобрать последних трех игроков, используйте срез `players[-3:]`:

```
players = ['charles', 'martina', 'michael', 'florence', 'eli']
print(players[-3:])
```

Программа выводит имена трех последних игроков, причем продолжает работать даже при изменении размера списка.

## Перебор содержимого среза

Если вы хотите перебрать элементы, входящие в подмножество элементов, используйте срез в цикле `for`. В следующем примере программа перебирает первых трех игроков и выводит их имена:

```
players = ['charles', 'martina', 'michael', 'florence', 'eli']

print("Here are the first three players on my team:")
❶ for player in players[:3]:
 print(player.title())
```

Вместо того чтобы перебирать весь список игроков ❶, Python ограничивается первыми тремя именами:

```
Here are the first three players on my team:
Charles
Martina
Michael
```

Срезы приносят огромную пользу во многих ситуациях. Например, при создании компьютерной игры итоговый счет игрока может добавляться в список после окончания текущей партии. После этого программа может получить три лучших результата игрока, отсортировав список по уменьшению и получив срез, включающий только три элемента. При работе с данными срезы могут использоваться для обработки данных блоками заданного размера. Или при построении веб-приложения срезы могут использоваться для постраничного вывода информации так, чтобы на каждой странице выводился соответствующий объем информации.

## Копирование списка

Часто разработчик берет существующий список и создает на его основе совершенно новый. Посмотрим, как работает копирование списков, и рассмотрим одну ситуацию, в которой копирование списка может принести пользу.

Чтобы скопировать список, создайте срез, включающий весь исходный список без указания первого и второго индекса (`[ : ]`). Эта конструкция создает срез, который начинается с первого элемента и завершается последним; в результате создается копия всего списка.

Представьте, что вы создали список своих любимых блюд и теперь хотите создать отдельный список блюд, которые нравятся вашему другу. Пока нашему другу нравятся все блюда из нашего списка, поэтому вы можете создать другой список простым копированием нашего:

```
foods.py
❶ my_foods = ['pizza', 'falafel', 'carrot cake']
❷ friend_foods = my_foods[:]

print("My favorite foods are:")
print(my_foods)

print("\nMy friend's favorite foods are:")
print(friend_foods)
```

В точке ❶ создается список блюд с именем `my_foods`. В точке ❷ создается другой список с именем `friend_foods`. Чтобы создать копию `my_foods`, программа запрашивает срез `my_foods` без указания индексов, и мы сохраняем копию в `friend_foods`.

При выводе обоих списков становится видно, что они содержат одинаковые данные:

```
My favorite foods are:
['pizza', 'falafel', 'carrot cake']
```

```
My friend's favorite foods are:
['pizza', 'falafel', 'carrot cake']
```

Чтобы доказать, что речь в действительности идет о двух разных списках, добавим новое блюдо в каждый список:

```
my_foods = ['pizza', 'falafel', 'carrot cake']
❶ friend_foods = my_foods[:]

❷ my_foods.append('cannoli')
❸ friend_foods.append('ice cream')

print("My favorite foods are:")
print(my_foods)
print("\nMy friend's favorite foods are:")
print(friend_foods)
```

В точке ❶ исходные элементы `my_foods` копируются в новый список `friend_foods`, как было сделано в предыдущем примере. Затем в ❷ каждый список добавляется новый элемент: `'cannoli'` в `my_foods`, и `'ice cream'` в `friend_foods`. После этого вывод двух списков наглядно показывает, что каждое блюдо находится в соответствующем списке.

My favorite foods are:

❶ ['pizza', 'falafel', 'carrot cake', 'cannoli']

My friend's favorite foods are:

❷ ['pizza', 'falafel', 'carrot cake', 'ice cream']

Вывод в точке ❶ показывает, что элемент 'cannoli' находится в списке `my_foods`, а элемент 'ice cream' в этот список не входит. В точке ❷ видно, что 'ice cream' входит в список `friend_foods`, а элемент 'cannoli' в этот список не входит. Если бы эти два списка просто совпадали, то их содержимое уже не различалось бы. Например, вот что происходит при попытке копирования списка без использования среза:

```
my_foods = ['pizza', 'falafel', 'carrot cake']

This doesn't work:
❶ friend_foods = my_foods

my_foods.append('cannoli')
friend_foods.append('ice cream')

print("My favorite foods are:")
print(my_foods)

print("\nMy friend's favorite foods are:")
print(friend_foods)
```

Вместо того чтобы сохранять копию `my_foods` в `friend_foods` в точке ❶, мы задаем `friend_foods` равным `my_foods`. Этот синтаксис в действительности сообщает Python, что новая переменная `friend_foods` должна быть связана со списком, уже хранящимся в `my_foods`, поэтому теперь обе переменные связаны с одним списком. В результате при добавлении элемента 'cannoli' в `my_foods` этот элемент также появляется в `friend_foods`. Аналогичным образом элемент 'ice cream' появляется в обоих списках, хотя на первый взгляд он был добавлен только в `friend_foods`. Вывод показывает, что оба списка содержат одинаковые элементы, а это совсем не то, что требовалось:

My favorite foods are:

['pizza', 'falafel', 'carrot cake', 'cannoli', 'ice cream']

My friend's favorite foods are:

['pizza', 'falafel', 'carrot cake', 'cannoli', 'ice cream']

## ПРИМЕЧАНИЕ

Если какие-то подробности в этом примере кажутся непонятными, не огорчайтесь. В двух словах, если при работе с копией списка происходит что-то непредвиденное, убедитесь в том, что список копируется с использованием среза, как это делается в нашем первом примере.

## УПРАЖНЕНИЯ

4-10. Срезы: добавьте в конец одной из программ, написанных в этой главе, фрагмент, который делает следующее.

- Выводит сообщение «The first three items in the list are:», а затем использует срез для вывода первых трех элементов из списка.
- Выводит сообщение «Three items from the middle of the list are:», а затем использует срез для вывода первых трех элементов из середины списка.
- Выводит сообщение «The last three items in the list are:», а затем использует срез для вывода последних трех элементов из списка.

4-11. Моя пицца, твоя пицца: начните с программы из упражнения 4-1. Создайте копию списка с видами пиццы, присвойте ему имя friend\_pizzas. Затем сделайте следующее.

- Добавьте новую пиццу в исходный список.
- Добавьте другую пиццу в список friend\_pizzas.
- Докажите, что в программе существуют два разных списка. Выведите сообщение «My favorite pizzas are:», а затем первый список в цикле for. Выведите сообщение «My friend's favorite pizzas are:», а затем второй список в цикле for. Убедитесь в том, что каждая новая пицца находится в соответствующем списке.

4-12. Больше циклов: во всех версиях foods.py из этого раздела мы избегали использования цикла for при выводе для экономии места. Выберите версию foods.py и напишите два цикла for для вывода каждого списка.

## Кортежи

Списки хорошо подходят для хранения наборов элементов, которые могут изменяться на протяжении жизненного цикла программы. Например, возможность модификации списков жизненно необходима при работе со списками пользователей сайта или списками персонажей игры. Однако в некоторых ситуациях требуется создать список элементов, который не может изменяться. *Кортежи* (tuples) предоставляют именно такую возможность. В языке Python значения, которые не могут изменяться, называются *неизменяемыми* (immutable), а неизменяемый список называется *кортежем*.

### Определение кортежа

Кортеж выглядит как список, не считая того, что вместо квадратных скобок используются круглые скобки. После определения кортежа вы можете обращаться к его отдельным элементам по индексам точно так же, как это делается при работе со списком. Допустим, имеется прямоугольник, который в программе всегда должен иметь строго определенные размеры. Чтобы гарантировать неизменность размеров, можно объединить размеры в кортеж:

```
dimensions.py
❶ dimensions = (200, 50)
❷ print(dimensions[0])
 print(dimensions[1])
```

В точке ❶ определяется кортеж dimensions, при этом вместо квадратных скобок используются круглые. В точке ❷ каждый элемент кортежа выводится по отдельности с использованием того же синтаксиса, который использовался для обращения к элементу списка:

```
200
50
```

Посмотрим, что произойдет при попытке изменения одного из элементов в кортеже `dimensions`:

```
dimensions = (200, 50)
❶ dimensions[0] = 250
```

Код в точке ❶ пытается изменить первое значение, но Python возвращает ошибку типа. По сути, так как мы пытаемся изменить кортеж, а эта операция недопустима для объектов этого типа, Python сообщает о невозможности присваивания нового значения элементу в кортеже:

```
Traceback (most recent call last):
 File "dimensions.py", line 3, in <module>
 dimensions[0] = 250
TypeError: 'tuple' object does not support item assignment
```

И это хорошо, потому что мы хотим, чтобы Python сообщал о попытке изменения размеров прямоугольника в программе, выдавая сообщение об ошибке.

## Перебор всех значений в кортеже

Для перебора всех значений в кортеже используется цикл `for`, как и при работе со списками:

```
dimensions = (200, 50)
for dimension in dimensions:
 print(dimension)
```

Python возвращает все элементы кортежа по аналогии с тем, как это делается со списком:

```
200
50
```

## Замена кортежа

Элементы кортежа не могут изменяться, но вы можете присвоить новое значение переменной, в которой хранится кортеж. Таким образом, для изменения размеров прямоугольника следует переопределить весь кортеж:

```
❶ dimensions = (200, 50)
print("Original dimensions:")
for dimension in dimensions:
 print(dimension)

❷ dimensions = (400, 100)
❸ print("\nModified dimensions:")
for dimension in dimensions:
 print(dimension)
```

Блок в точке ❶ определяет исходный кортеж и выводит исходные размеры. В точке ❷ в переменной `dimensions` сохраняется новый кортеж, после чего в точке ❸ выводятся новые размеры. На этот раз Python не выдает сообщений об ошибках, потому что замена значения переменной является допустимой операцией:

```
Original dimensions:
200
50
```

```
Modified dimensions:
400
100
```

По сравнению со списками структуры данных кортежей относительно просты. Используйте их для хранения наборов значений, которые не должны изменяться на протяжении жизненного цикла программы.

### УПРАЖНЕНИЯ

4-13. Шведский стол: меню «шведского стола» в ресторане состоит всего из пяти пунктов. Придумайте пять простых блюд и сохраните их в кортеже.

- Используйте цикл `for` для вывода всех блюд, предлагаемых рестораном.
- Попробуйте изменить один из элементов и убедитесь в том, что Python отказывается вносить изменения.
- Ресторан изменяет меню, заменяя два элемента другими блюдами. Добавьте блок кода, который заменяет кортеж, и используйте цикл `for` для вывода каждого элемента обновленного меню.

## Стиль программирования

Итак, вы постепенно начинаете писать более длинные программы, и вам стоит познакомиться с некоторыми рекомендациями по стилевому оформлению кода. Не жалейте времени на то, чтобы ваш код читался как можно проще. Понятный код помогает следить за тем, что делает ваша программа, и упрощает изучение вашего кода другими разработчиками.

Программисты Python выработали ряд соглашений по стилю, чтобы весь код имел хотя бы отдаленно похожую структуру. Научившись писать «чистый» код Python, вы сможете понять общую структуру кода Python, написанного любым другим программистом, соблюдающим те же рекомендации. Если вы рассчитываете когда-нибудь стать профессиональным программистом, привыкайте соблюдать эти рекомендации уже сейчас, чтобы выработать полезную привычку.

### Рекомендации по стилю

Когда кто-нибудь хочет внести изменения в язык Python, он пишет документ PEP (Python Enhancement Proposal). Одним из самых старых PEP является документ PEP 8 с рекомендациями по стилевому оформлению кода. PEP 8 имеет довольно

большую длину, но большая часть документа посвящена более сложным программным структурам, нежели те, которые встречались вам до настоящего момента.

Руководство по стилю Python было написано с учетом того факта, что код читается чаще, чем пишется. Вы пишете свой код один раз, а потом начинаете читать его, когда переходите к отладке. При расширении функциональности программы вы снова тратите время на чтение своего кода. А когда вашим кодом начинают пользоваться другие программисты, они тоже читают его.

Выбирая между написанием кода, который проще пишется, и кодом, который проще читается, программисты Python почти всегда рекомендуют второй вариант. Следующие советы помогут вам с самого начала писать чистый, понятный код.

## Отступы

PEP 8 рекомендует обозначать уровень отступа четырьмя пробелами. Использование четырех пробелов упрощает чтение программы и при этом оставляет достаточно места для нескольких уровней отступов в каждой строке.

В программах форматирования текста для создания отступов часто используются табуляции вместо пробелов. Такой способ хорошо работает в текстовых процессорах, но интерпретатор Python приходит в замешательство, когда табуляции смешиваются с пробелами. В каждом текстовом редакторе имеется параметр конфигурации, который заменяет нажатие клавиши табуляции заданным количеством пробелов. Конечно, клавиша табуляции удобна, но вы должны проследить за тем, чтобы редактор вставлял в документ пробелы вместо табуляций.

Смешение табуляций и пробелов в файле может создать проблемы, сильно затрудняющие диагностику. Если вы думаете, что в программе табуляции смешались с пробелами, помните, что в большинстве редакторов существует возможность преобразования всех табуляций в пробелы.

## Длина строк

Многие программисты Python рекомендуют ограничивать длину строк 80 символами. Исторически эта рекомендация появилась из-за того, что в большинстве компьютеров в одной строке терминального окна помещалось всего 79 символов. В настоящее время на экранах помещаются куда более длинные строки, но для применения стандартной длины строки в 79 символов существуют и другие причины. Профессиональные программисты часто открывают на одном экране сразу несколько файлов; стандартная длина строки позволяет видеть все строки в двух или трех файлах, открытых на экране одновременно. PEP 8 также рекомендует ограничивать комментарии 72 символами на строку, потому что некоторые служебные программы, автоматически генерирующие документацию в больших проектах, добавляют символы форматирования в начале каждой строки комментария.

Рекомендации PEP 8 по выбору длины строки не являются незыблемыми, и некоторые программисты предпочитают ограничение в 99 символов. Пока вы учитесь,

длина строки в коде не так важна, но учтите, что при совместной работе в группах почти всегда соблюдаются рекомендации PEP 8. В большинстве редакторов можно установить визуальный ориентир (обычно вертикальную линию на экране), показывающий, где проходит граница.

### ПРИМЕЧАНИЕ

В приложении Б показано, как настроить текстовый редактор, чтобы он всегда вставлял четыре пробела при нажатии клавиши табуляции и отображал вертикальную линию для соблюдения ограничения длины строки 79 символами.

## Пустые строки

Пустые строки применяются для визуальной группировки частей программы. Используйте пустые строки для структурирования файлов, но не злоупотребляйте ими. Примеры, приведенные в книге, помогут вам выработать нужный баланс. Например, если в программе пять строк кода создают список, а затем следующие три строки что-то делают с этим списком, два фрагмента уместно разделить пустой строкой. Тем не менее между ними не стоит вставлять три или четыре пустые строки.

Пустые строки не влияют на работу кода, но отражаются на его удобочитаемости. Интерпретатор Python использует горизонтальные отступы для интерпретации смысла кода, но игнорирует вертикальные интервалы.

## Другие рекомендации

PEP 8 содержит много других рекомендаций по стилю, но эти рекомендации в основном относятся к программам более сложным, чем те, которые вы пишете на данный момент. По мере изучения более сложных возможностей Python я буду приводить соответствующие фрагменты рекомендаций PEP 8.

### УПРАЖНЕНИЯ

4-14. Просмотрите исходное руководство по стилю PEP 8 по адресу <https://python.org/dev/peps/pep-0008/>. Пока вы будете пользоваться им относительно редко, но просмотреть его будет интересно.

4-15. Анализ кода: выберите три программы, написанные в этой главе, и измените каждую в соответствии с рекомендациями PEP 8.

- Используйте четыре пробела для каждого уровня отступов. Настройте текстовый редактор так, чтобы он вставлял четыре пробела при каждом нажатии клавиши табуляции, если это не было сделано ранее (за инструкциями обращайтесь к приложению Б).
- Используйте менее 80 символов в каждой строке. Настройте редактор так, чтобы он отображал вертикальную черту в позиции 80-го символа.
- Не злоупотребляйте пустыми строками в файлах программ.

## ИТОГИ

В этой главе вы научились эффективно работать с элементами списка. Вы узнали, как работать со списком в цикле `for`, как Python использует отступы для определения структуры программы и как избежать некоторых типичных ошибок при использовании отступов. Вы научились создавать простые числовые списки, а также изучили некоторые операции с числовыми списками. Вы узнали, как создать срез списка для работы с подмножеством элементов и как правильно копировать списки с использованием среза. Глава завершается описанием кортежей, до определенной степени защищающих наборы значений, которые не должны изменяться, и рекомендациями по стилевому оформлению вашего кода (сложность которого со временем только возрастает) для упрощения его чтения.

В главе 5 мы займемся обработкой различных условий с использованием команд `if`. Вы научитесь группировать относительно сложные наборы проверок для обработки именно той ситуации или информации, которая вам нужна. Также в этой главе будет рассматриваться использование команд `if` при переборе элементов списка для выполнения действий с элементами, выбранными по некоторому условию.

# 5

## Команды if

Программисту часто приходится проверять наборы условий и принимать решения в зависимости от этих условий. Команда `if` в языке Python позволяет проверить текущее состояние программы и выбрать дальнейшие действия в зависимости от результатов проверки.

В этой главе вы научитесь писать условные проверки для любых интересующих вас условий. Мы начнем с простых команд `if`, а затем перейдем к более сложным сериям команд `if` для проверки комбинированных условий. Затем эта концепция будет применена к спискам; вы узнаете, как написать цикл, который выполняет с большинством элементов списка одну операцию, и о том, что для некоторых элементов с конкретными значениями применяется особая обработка.

### Простой пример

Следующий короткий пример показывает, как правильно организовать обработку специальных ситуаций с использованием `if`. Допустим, у вас имеется список машин, и вы хотите вывести название каждой машины. Названия большинства машин должны записываться с капитализацией (первая буква в верхнем регистре, остальные в нижнем). С другой стороны, значение `'bmw'` должно записываться в верхнем регистре. Следующий код перебирает список названий машин и ищет в нем значение `'bmw'`. Для всех элементов, содержащих значение `'bmw'`, значение выводится в верхнем регистре:

```
cars.py
cars = ['audi', 'bmw', 'subaru', 'toyota']
for car in cars:
❶ if car == 'bmw':
 print(car.upper())
 else:
 print(car.title())
```

Цикл в этом примере ❶ сначала проверяет, содержит ли `car` значение `'bmw'`. Если проверка дает положительный результат, то значение выводится в верхнем регистре. Если `car` содержит все что угодно, кроме `'bmw'`, то при выводе значения применяется капитализация:

```
Audi
BMW
```

```
Subaru
Toyota
```

В этом примере объединяются несколько концепций, о которых вы узнаете в этой главе. Для начала рассмотрим основные конструкции, применяемые для проверки условий в программах.

## Проверка условий

В каждой команде `if` центральное место занимает выражение, результатом которого является логическая истина (`True`) или логическая ложь (`False`); это выражение называется *условием*. В зависимости от результата проверки Python решает, должен ли выполняться код в команде `if`. Если результат условия равен `True`, то Python выполняет код, следующий за командой `if`.

### Проверка равенства

Во многих условиях текущее значение переменной сравнивается с конкретным значением, интересующим вас. Простейшее условие проверяет, равно ли значение переменной конкретной величине:

```
❶ >>> car = 'bmw'
❷ >>> car == 'bmw'
True
```

В строке ❶ переменной `car` присваивается значение '`bmw`'; операция выполняется одним знаком `=`, как вы уже неоднократно видели. Стока ❷ проверяет, равно ли значение `car` строке '`bmw`'; для проверки используется двойной знак равенства (`==`). Этот оператор возвращает `True`, если значения слева и справа от оператора равны; если же значения не совпадают, оператор возвращает `False`. В нашем примере значения совпадают, поэтому Python возвращает `True`.

Если `car` принимает любое другое значение вместо '`bmw`', проверка возвращает `False`:

```
❶ >>> car = 'audi'
❷ >>> car == 'bmw'
False
```

Одиночный знак равенства выполняет операцию; код ❶ можно прочитать в форме «Присвойте `car` значение '`audi`'». С другой стороны, двойной знак равенства, как в строке ❷, задает вопрос: «Значение `car` равно '`bmw`'?» Такое применение знаков равенства встречается во многих языках программирования.

### Проверка равенства без учета регистра

В языке Python проверка равенства выполняется с учетом регистра. Например, два значения с разным регистром символов равными не считаются:

```
>>> car = 'Audi'
>>> car == 'audi'
False
```

Если регистр символов важен, такое поведение приносит пользу. Но если проверка должна выполняться на уровне символов без учета регистра, преобразуйте значение переменной к нижнему регистру перед выполнением сравнения:

```
>>> car = 'Audi'
>>> car.lower() == 'audi'
True
```

Условие возвращает `True` независимо от регистра символов '`Audi`', потому что проверка теперь выполняется без учета регистра. Функция `lower()` не изменяет значения, которое изначально хранилось в `car`, так что сравнение не отражается на исходной переменной:

- ❶ >>> car = 'Audi'
- ❷ >>> car.lower() == 'audi'
- True
- ❸ >>> car
- 'Audi'

В точке ❶ строка '`Audi`' сохраняется в переменной `car`. В точке ❷ значение `car` приводится к нижнему регистру и сравнивается со значением строки '`audi`', также записанным в нижнем регистре. Две строки совпадают, поэтому Python возвращает `True`. Вывод в точке ❸ показывает, что значение, хранящееся в `car`, не изменилось в результате проверки.

Веб-сайты устанавливают определенные правила для данных, вводимых пользователями подобным образом. Например, сайт может использовать проверку условия, чтобы убедиться в том, что имя каждого пользователя уникально (а не совпадает с именем другого пользователя, отличаясь от него только регистром символов). Когда кто-то указывает новое имя пользователя, это имя преобразуется к нижнему регистру и сравнивается с версиями всех существующих имен в нижнем регистре. Во время такой проверки имя '`John`' будет отклонено, если в системе уже используется любая разновидность '`john`'.

## Проверка неравенства

Если вы хотите проверить, что два значения *p* *зличны*, используйте комбинацию из восклицательного знака и знака равенства (`!=`). Восклицательный знак представляет отрицание, как и во многих языках программирования.

Для знакомства с оператором неравенства мы воспользуемся другой командой `if`. В переменной хранится заказанное дополнение к пицце; если клиент не заказал анчоусы (`anchovies`), программа выводит сообщение:

```
toppings.py
requested_topping = 'mushrooms'

❶ if requested_topping != 'anchovies':
 print("Hold the anchovies!")
```

Строка ❶ сравнивает значение `requested_topping` со значением `'anchovies'`. Если эти два значения не равны, Python возвращает `True` и выполняет код после команды `if`. Если два значения равны, Python возвращает `False` и не выполняет код после команды `if`. Так как значение `requested_topping` отлично от `'anchovies'`, команда `print` будет выполнена:

```
Hold the anchovies!
```

В большинстве условных выражений, которые вы будете использовать в программах, будет проверяться равенство, но иногда проверка неравенства оказывается более эффективной.

## Сравнения чисел

Проверка числовых значений достаточно прямолинейна. Например, следующий код проверяет, что переменная `age` равна 18:

```
>>> age = 18
>>> age == 18
True
```

Также можно проверить условие неравенства двух чисел. Например, следующий код выводит сообщение, если значение переменной `answer` отлично от ожидаемого:

```
magic_number.py
answer = 17
❶ if answer != 42:
 print("That is not the correct answer. Please try again!")
```

Условие ❶ выполняется, потому что значение `answer` (17) не равно 42. Так как условие истинно, блок с отступом выполняется:

```
That is not the correct answer. Please try again!
```

В условные команды также можно включать всевозможные математические сравнения: меньше, меньше или равно, больше, больше или равно:

```
>>> age = 19
>>> age < 21
True
>>> age <= 21
True
>>> age > 21
False
>>> age >= 21
False
```

Все эти математические сравнения могут использоваться в условиях `if`, что повышает точность формулировки интересующих вас условий.

## Проверка нескольких условий

Иногда требуется проверить несколько условий одновременно. Например, в некоторых случаях для выполнения действия бывает нужно, чтобы истинными были

сразу два условия; в других случаях достаточно, чтобы истинным было хотя бы одно из двух условий. Ключевые слова `and` и `or` помогут вам в подобных ситуациях.

### Использование `and` для проверки нескольких условий

Чтобы проверить, что два условия истинны *одновременно*, объедините их ключевым словом `and`; если оба условия истинны, то и все выражение тоже истинно. Если хотя бы одно (или оба) условия ложны, то и результат всего выражения равен `False`.

Например, чтобы убедиться в том, что каждому из двух людей больше 21 года, используйте следующую проверку:

```
❶ >>> age_0 = 22
 >>> age_1 = 18
❷ >>> age_0 >= 21 and age_1 >= 21
 False
❸ >>> age_1 = 22
 >>> age_0 >= 21 and age_1 >= 21
 True
```

В точке ❶ определяются две переменные, `age_0` и `age_1`. В точке ❷ программа проверяет, что оба значения равны 21 и более. Левое условие выполняется, а правое нет, поэтому все условное выражение дает результат `False`. В точке ❸ переменной `age_1` присваивается значение 22. Теперь значение `age_1` больше 21; обе проверки проходят, а все условное выражение дает истинный результат.

Чтобы код лучше читался, отдельные условия можно заключить в круглые скобки, но это не обязательно. С круглыми скобками проверка может выглядеть так:

```
(age_0 >= 21) and (age_1 >= 21)
```

### Использование `or` для проверки нескольких условий

Ключевое слово `or` тоже позволяет проверить несколько условий, но результат общей проверки является истинным в том случае, когда истинно хотя бы одно или оба условия. Ложный результат достигается только в том случае, если оба отдельных условия ложны.

Вернемся к примеру с возрастом, но на этот раз проверим, что хотя бы одна из двух переменных больше 21:

```
❶ >>> age_0 = 22
 >>> age_1 = 18
❷ >>> age_0 >= 21 or age_1 >= 21
 True
❸ >>> age_0 = 18
 >>> age_0 >= 21 or age_1 >= 21
 False
```

Как и в предыдущем случае, в точке ❶ определяются две переменные. Так как условие для `age_0` в точке ❷ истинно, все выражение также дает истинный результат. Затем значение `age_0` уменьшается до 18. При проверке ❸ оба условия оказываются ложными, и общий результат всего выражения тоже ложен.

## Проверка вхождения значений в список

Иногда бывает важно проверить, содержит ли список некоторое значение, прежде чем выполнять действие. Например, перед завершением регистрации нового пользователя на сайте можно проверить, существует ли его имя в списке имен действующих пользователей, или в картографическом проекте определить, входит ли передаваемое место в список известных мест на карте.

Чтобы узнать, присутствует ли заданное значение в списке, воспользуйтесь ключевым словом `in`. Допустим, вы пишете программу для пиццерии. Вы создали список дополнений к пицце, заказанных клиентом, и хотите проверить, входят ли некоторые дополнения в этот список.

```
>>> requested_toppings = ['mushrooms', 'onions', 'pineapple']
❶ >>> 'mushrooms' in requested_toppings
True
❷ >>> 'pepperoni' in requested_toppings
False
```

В точках ❶ и ❷ ключевое слово `in` приказывает Python проверить, входят ли значения `'mushrooms'` и `'pepperoni'` в список `requested_toppings`. Это весьма полезно, потому что вы можете создать список значений, критичных для вашей программы, а затем легко проверить, присутствует ли проверяемое значение в списке.

## Проверка отсутствия значения в списке

В других случаях программа должна убедиться в том, что значение *не входит* в список. Для этого используется ключевое слово `not`. Для примера рассмотрим список пользователей, которым запрещено писать комментарии на форуме. Прежде чем разрешить пользователю отправку комментария, можно проверить, не был ли пользователь включен в «черный список»:

```
banned_users.py
banned_users = ['andrew', 'carolina', 'david']
user = 'marie'

❶ if user not in banned_users:
 print(user.title() + ", you can post a response if you wish.")
```

Строка ❶ достаточно четко читается: если пользователь не входит в «черный список» `banned_users`, то Python возвращает `True` и выполняет строку с отступом. Пользователь `'marie'` в этот список не входит, поэтому программа выводит соответствующее сообщение:

```
Marie, you can post a response if you wish.
```

## Логические выражения

В процессе изучения программирования вы рано или поздно услышите термин «логическое выражение». По сути это всего лишь другое название для проверки

условия. Результат логического выражения равен `True` или `False`, как и результат условного выражения после его вычисления.

Логические выражения часто используются для проверки некоторых условий — например, запущена ли компьютерная игра или разрешено ли пользователю редактирование некоторой информации на сайте:

```
game_active = True
can_edit = False
```

Логические выражения предоставляют эффективные средства для контроля состояния программы или определенного условия, играющего важную роль в вашей программе.

## УПРАЖНЕНИЯ

5-1. Проверка условий: напишите последовательность условий. Выведите описание каждой проверки и ваш прогноз относительно ее результата. Код должен выглядеть примерно так:

```
car = 'subaru'
print("Is car == 'subaru'? I predict True.")
print(car == 'subaru')
print("\nIs car == 'audi'? I predict False.")
print(car == 'audi')
```

- Внимательно просмотрите результаты. Убедитесь в том, что вы понимаете, почему результат каждой строки равен `True` или `False`.
- Создайте как минимум 10 условий. Не менее 5 должны давать результат `True`, а не менее 5 других — результат `False`.

5-2. Больше условий: количество условий не ограничивается 10. Попробуйте написать другие условия и включить их в `conditional_tests.py`. Программа должна выдавать по крайней мере один истинный и один ложный результат для следующих видов проверок.

- Проверка равенства и неравенства строк.
- Проверки с использованием функции `lower()`.
- Числовые проверки равенства и неравенства, условий «больше», «меньше», «больше или равно», «меньше или равно».
- Проверки с ключевым словом `and` и `or`.
- Проверка вхождения элемента в список.
- Проверка отсутствия элемента в списке.

## Команды if

Когда вы поймете, как работают проверки условий, можно переходить к написанию команд `if`. Существуют несколько разновидностей команд `if`, и выбор варианта зависит от количества проверяемых условий. Примеры команд `if` уже встречались вам при обсуждении проверки условий, но сейчас эта тема будет рассмотрена более подробно.

## Простые команды if

Простейшая форма команды `if` состоит из одного условия и одного действия:

```
if условие:
 действие
```

В первой строке размещается условие, а в блоке с отступом — практически любое действие. Если условие истинно, то Python выполняет код в блоке после команды `if`, а если ложно, этот код игнорируется.

Допустим, имеется переменная, представляющая возраст человека. Следующий код проверяет, что этот возраст достаточен для голосования:

```
voting.py
age = 19
❶ if age >= 18:
❷ print("You are old enough to vote!")
```

В точке ❶ Python проверяет, что значение переменной `age` больше или равно 18. В таком случае выполняется команда `print` ❷ в строке с отступом:

```
You are old enough to vote!
```

Отступы в командах `if` играют ту же роль, что и в циклах `for`. Если условие истинно, то все строки с отступом после команды `if` выполняются, а если ложно — весь блок с отступом игнорируется.

Блок команды `if` может содержать сколько угодно строк. Добавим еще одну строку для вывода дополнительного сообщения в том случае, если возраст достаточен для голосования:

```
age = 19
if age >= 18:
 print("You are old enough to vote!")
 print("Have you registered to vote yet?")
```

Условие выполняется, а обе команды `print` снабжены отступом, поэтому выводятся оба сообщения:

```
You are old enough to vote!
Have you registered to vote yet?
```

Если значение `age` меньше 18, программа ничего не выводит.

## Команды if-else

Часто в программе необходимо выполнить одно действие в том случае, если условие истинно, и другое действие, если оно ложно. С синтаксисом `if-else` это возможно. Блок `if-else` в целом похож на команду `if`, но секция `else` определяет действие или набор действий, выполняемых при неудачной проверке.

В следующем примере выводится то же сообщение, которое выводилось ранее, если возраст достаточен для голосования, но на этот раз при любом другом возрасте выводится другое сообщение:

```
age = 17
❶ if age >= 18:
 print("You are old enough to vote!")
 print("Have you registered to vote yet?")
❷ else:
 print("Sorry, you are too young to vote.")
 print("Please register to vote as soon as you turn 18!")
```

Если условие ❶ истинно, то выполняется первый блок с командами `print`. Если же условие ложно, выполняется блок `else` в точке ❷. Так как значение `age` на этот раз меньше 18, условие оказывается ложным, и выполняется код в блоке `else`:

```
Sorry, you are too young to vote.
Please register to vote as soon as you turn 18!
```

Этот код работает, потому что существуют всего две возможные ситуации: возраст либо достаточен для голосования, либо недостаточен. Структура `if-else` хорошо подходит для тех ситуаций, в которых Python всегда выполняет только одно из двух возможных действий. В подобных простых цепочках `if-else` всегда выполняется одно из двух возможных действий.

## Цепочки `if-elif-else`

Нередко в программе требуется проверять более двух возможных ситуаций; для таких ситуаций в Python предусмотрен синтаксис `if-elif-else`. Python выполняет только один блок в цепочке `if-elif-else`. Все условия проверяются по порядку до тех пор, пока одно из них не даст истинный результат. Далее выполняется код, следующий за этим условием, а все остальные проверки Python пропускает.

Во многих реальных ситуациях существуют более двух возможных результатов. Представьте себе парк аттракционов, который взимает разную плату за вход для разных возрастных групп:

- Для посетителей младше 4 лет вход бесплатный.
- Для посетителей от 4 до 18 лет билет стоит \$5.
- Для посетителей от 18 лет и старше билет стоит \$10.

Как использовать команду `if` для определения платы за вход? Следующий код определяет, к какой возрастной категории относится посетитель, и выводит сообщение со стоимостью билета:

```
amusement_park.py
age = 12

❶ if age < 4:
 print("Your admission cost is $0.")
❷ elif age < 18:
 print("Your admission cost is $5.")
```

```
❸ else:
 print("Your admission cost is $10.")
```

Условие `if` в точке ❶ проверяет, что возраст посетителя меньше 4 лет. Если условие истинно, то программа выводит соответствующее сообщение, и Python пропускает остальные проверки. Стока `elif` в точке ❷ в действительности является еще одной проверкой `if`, которая выполняется только в том случае, если предыдущая проверка завершилась неудачей. В этом месте цепочки известно, что возраст посетителя не меньше 4 лет, потому что первое условие было ложным. Если посетителю меньше 18 лет, программа выводит соответствующее сообщение, и Python пропускает блок `else`. Если ложны оба условия — `if` и `elif`, то Python выполняет код в блоке `else` в точке ❸.

В данном примере условие ❶ дает ложный результат, поэтому его блок не выполняется. Однако второе условие оказывается истинным (12 меньше 18), поэтому код будет выполнен. Вывод состоит из одного сообщения с ценой билета:

Your admission cost is \$5.

При любом значении возраста больше 17 первые два условия ложны. В таких ситуациях блок `else` будет выполнен, и цена билета составит \$10.

Вместо того чтобы выводить сообщение с ценой билета в блоках `if-elif-else`, лучше использовать другое, более компактное решение: присвоить цену в цепочке `if-elif-else`, а затем добавить одну команду `print` после выполнения цепочки:

```
age = 12

if age < 4:
❶ price = 0
elif age < 18:
❷ price = 5
❸ else:
❹ price = 10

❺ print("Your admission cost is $" + str(price) + ".")
```

Строки ❶, ❷ и ❸ присваивают значение `price` в зависимости от значения `age`, как и в предыдущем примере. После присваивания цены в цепочке `if-elif-else` отдельная команда `print` без отступа ❺ использует это значение для вывода сообщения с ценой билета.

Этот пример выводит тот же результат, что и предыдущий, но цепочка `if-elif-else` имеет более четкую специализацию. Вместо того чтобы определять цену и выводить сообщения, она просто определяет цену билета. Кроме повышения эффективности, у этого кода есть дополнительное преимущество: лучшая изменяемость. Чтобы изменить текст выходного сообщения, достаточно будет отредактировать всего одну команду `print` — вместо трех разных команд.

## Серии блоков `elif`

Код может содержать сколько угодно блоков `elif`. Например, если парк аттракционов введет особую скидку для пожилых посетителей, вы можете добавить в свой

код еще одну проверку для определения того, распространяется ли скидка на текущего посетителя. Допустим, посетители с возрастом 65 и выше платят половину от обычной цены билета, или \$5:

```
age = 12

if age < 4:
 price = 0
elif age < 18:
 price = 5
❶ elif age < 65:
 price = 10
❷ else:
 price = 5

print("Your admission cost is $" + str(price) + ".")
```

Большая часть кода осталась неизменной. Второй блок `elif` в точке ❶ теперь убеждается в том, что посетителю меньше 65 лет, прежде чем назначить ему полную цену билета \$10. Обратите внимание: значение, присвоенное в блоке `else` ❷, должно быть заменено на \$5, потому что до этого блока доходят только посетители с возрастом 65 и выше.

## Отсутствие блока `else`

Python не требует, чтобы цепочка `if-elif` непременно завершалась блоком `else`. Иногда блок `else` удобен; в других случаях бывает нагляднее использовать дополнительную секцию `elif` для обработки конкретного условия:

```
age = 12

if age < 4:
 price = 0
elif age < 18:
 price = 5
elif age < 65:
 price = 10
❶ elif age >= 65:
 price = 5

print("Your admission cost is $" + str(price) + ".")
```

Блок `elif` в точке ❶ назначает цену \$5, если возраст посетителя равен 65 и выше; смысл такого кода более понятен, чем у обобщенного блока `else`. С таким изменением выполнение каждого блока возможно только при истинности конкретного условия.

Блок `else` «универсален»: он обрабатывает все условия, не подходящие ни под одну конкретную проверку `if` или `elif`, причем в эту категорию иногда могут попасть недействительные или даже вредоносные данные. Если у вас имеется завершающий конкретное условие, лучше используйте завершающий блок `elif` и опустите блок `else`. В этом случае вы можете быть уверены в том, что ваш код будет выполняться только в правильных условиях.

## Проверка нескольких условий

Цепочки `if-elif-else` эффективны, но они подходят только в том случае, если истинным должно быть только одно условие. Как только Python находит выполняющееся условие, все остальные проверки пропускаются. Такое поведение достаточно эффективно, потому что оно позволяет проверить одно конкретное условие. Однако иногда бывает важно проверить *все* условия, представляющие интерес. В таких случаях следует применять серии простых команд `if` без блоков `elif` или `else`. Такое решение уместно, когда истинными могут быть сразу несколько условий и вы хотите отреагировать на все истинные условия.

Вернемся к примеру с пиццей. Если кто-то закажет пиццу с двумя дополнениями, программа должна обработать оба дополнения:

```
toppings.py
❶ requested_toppings = ['mushrooms', 'extra cheese']

❷ if 'mushrooms' in requested_toppings:
 print("Adding mushrooms.")
❸ if 'pepperoni' in requested_toppings:
 print("Adding pepperoni.")
❹ if 'extra cheese' in requested_toppings:
 print("Adding extra cheese.")

print("\nFinished making your pizza!")
```

Обработка начинается в точке ❶ со списка, содержащего заказанные дополнения. Команды `if` в точке ❷ и ❸ проверяют, включает ли заказ конкретные дополнения — грибы и пепперони, и если включает — выводят подтверждающее сообщение. Проверка в точке ❹ реализована простой командой `if`, а не `elif` или `else`, поэтому условие будет проверяться независимо от того, было ли предыдущее условие истинным или ложным. Код в точке ❹ проверяет, была ли заказана дополнительная порция сыра, независимо от результата первых двух проверок. Эти три независимых условия проверяются при каждом выполнении программы.

Так как в этом коде проверяются все возможные варианты дополнений, в заказ будут включены два дополнения из трех:

```
Adding mushrooms.
Adding extra cheese.

Finished making your pizza!
```

Если бы в программе использовался блок `if-elif-else`, код работал бы неправильно, потому что он прерывал работу после обнаружения первого истинного условия. Вот как это выглядело бы:

```
requested_toppings = ['mushrooms', 'extra cheese']

if 'mushrooms' in requested_toppings:
 print("Adding mushrooms.")
elif 'pepperoni' in requested_toppings:
 print("Adding pepperoni.")
```

```
elif 'extra cheese' in requested_toppings:
 print("Adding extra cheese.")

print("\nFinished making your pizza!")
```

Первое же проверяемое условие (для 'mushrooms') оказывается истинным. Однако значения 'extra cheese' и 'pepperoni' после этого не проверяются, потому что в цепочках `if-elif-else` после обнаружения первого истинного условия все остальные условия пропускаются. В результате в пиццу будет включено только первое из заказанных дополнений:

`Adding mushrooms.`

`Finished making your pizza!`

Итак, если вы хотите, чтобы в программе выполнялся только один блок кода, — используйте цепочку `if-elif-else`. Если же выполняться должны несколько блоков, используйте серию независимых команд `if`.

## УПРАЖНЕНИЯ

5-3. Цвета 1: представьте, что в вашей компьютерной игре только что был подбит корабль пришельцев. Создайте переменную с именем `alien_color` и присвойте ей значение 'green', 'yellow' или 'red'.

- Напишите команду `if` для проверки того, что переменная содержит значение 'green'. Если условие истинно, выведите сообщение о том, что игрок только что заработал 5 очков.
- Напишите одну версию программы, в которой условие `if` выполняется, и другую версию, в которой оно не выполняется. (Во второй версии никакое сообщение выводиться не должно.)

5-4. Цвета 2: выберите цвет, как это было сделано в упражнении 5-3, и напишите цепочку `if-else`.

- Напишите команду `if` для проверки того, что переменная содержит значение 'green'. Если условие истинно, выведите сообщение о том, что игрок только что заработал 5 очков.
- Если переменная содержит любое другое значение, выведите сообщение о том, что игрок только что заработал 10 очков.
- Напишите одну версию программы, в которой выполняется блок `if`, и другую версию, в которой выполняется блок `else`.

5-5. Цвета 3: преобразуйте цепочку `if-else` из упражнения 5-4 в цепочку `if-elif-else`.

- Если переменная содержит значение 'green', выведите сообщение о том, что игрок только что заработал 5 очков.
- Если переменная содержит значение 'yellow', выведите сообщение о том, что игрок только что заработал 10 очков.
- Если переменная содержит значение 'red', выведите сообщение о том, что игрок только что заработал 15 очков.
- Напишите три версии программы и проследите за тем, чтобы для каждого цвета пришельца выводилось соответствующее сообщение.

5-6. Периоды жизни: напишите цепочку `if-elif-else` для определения периода жизни человека. Присвойте значение переменной `age`, а затем выведите сообщение.

- Если значение меньше 2 — младенец.

- Если значение больше или равно 2, но меньше 4 — малыш.
- Если значение больше или равно 4, но меньше 13 — ребенок.
- Если значение больше или равно 13, но меньше 20 — подросток.
- Если значение больше или равно 20, но меньше 65 — взрослый.
- Если значение больше или равно 65 — пожилой человек.

5-7. Любимый фрукт: составьте список своих любимых фруктов. Напишите серию независимых команд if для проверки того, присутствуют ли некоторые фрукты в списке.

- Создайте список трех своих любимых фруктов и назовите его favorite\_fruits.
- Напишите пять команд if. Каждая команда должна проверять, входит ли определенный тип фрукта в список. Если фрукт входит в список, блок if должен выводить сообщение вида «You really like bananas!».

## Использование команд if со списками

Объединение команд if со списками открывает ряд интересных возможностей. Например, вы можете отслеживать специальные значения, для которых необходима особая обработка по сравнению с другими значениями в списке, или эффективно управлять изменяющимися условиями — например, наличием некоторых блюд в ресторане. Также объединение команд if со списками помогает продемонстрировать, что ваш код корректно работает во всех возможных ситуациях.

### Проверка специальных значений

Эта глава началась с простого примера, показывающего, как обрабатывать особые значения (такие, как 'bmw'), которые должны выводиться в другом формате по сравнению с другими значениями в списке. Теперь, когда вы лучше разбираетесь в проверках условий и командах if, давайте повнимательнее рассмотрим процесс поиска и обработки особых значений в списке.

Вернемся к примеру с пиццией. Программа выводит сообщение каждый раз, когда пицца снабжается дополнением в процессе приготовления. Код этого действия можно записать чрезвычайно эффективно: нужно создать список дополнений, заказанных клиентом, и использовать цикл для перебора всех заказанных дополнений:

```
toppings.py
requested_toppings = ['mushrooms', 'green peppers', 'extra cheese']

for requested_topping in requested_toppings:
 print("Adding " + requested_topping + ".")

 print("\nFinished making your pizza!")
```

Вывод достаточно тривиален, поэтому код сводится к простому циклу for:

```
Adding mushrooms.

Adding green peppers.

Adding extra cheese.

Finished making your pizza!
```

А если в пиццерии вдруг кончится зеленый перец? Команда `if` в цикле `for` может правильно обработать эту ситуацию:

```
requested_toppings = ['mushrooms', 'green peppers', 'extra cheese']

for requested_topping in requested_toppings:
❶ if requested_topping == 'green peppers':
 print("Sorry, we are out of green peppers right now.")
❷ else:
 print("Adding " + requested_topping + ".")

print("\nFinished making your pizza!")
```

На этот раз программа проверяет каждый заказанный элемент перед добавлением его к пицце. В точке ❶ программа проверяет, заказал ли клиент зеленый перец, и если заказал — выводит сообщение о том, что этого дополнения нет. Блок `else` в точке ❷ гарантирует, что все другие дополнения будут включены в заказ.

Из выходных данных видно, что все заказанные дополнения обрабатываются правильно:

```
Adding mushrooms.
Sorry, we are out of green peppers right now.
Adding extra cheese.

Finished making your pizza!
```

## Проверка наличия элементов в списке

Для всех списков, с которыми мы работали до сих пор, действовало одно простое предположение: мы считали, что в каждом списке есть хотя бы один элемент. Скоро мы предоставим пользователю возможность вводить информацию, хранящуюся в списке, поэтому мы уже не можем предполагать, что при каждом выполнении цикла в списке есть хотя бы один элемент. В такой ситуации перед выполнением цикла `for` будет полезно проверить, есть ли в списке хотя бы один элемент.

Проверим, есть ли элементы в списке заказанных дополнений, перед изготовлением пиццы. Если список пуст, программа предлагает пользователю подтвердить, что он хочет базовую пиццу без дополнений. Если список не пуст, пицца готовится так же, как в предыдущих примерах:

```
❶ requested_toppings = []

❷ if requested_toppings:
 for requested_topping in requested_toppings:
 print("Adding " + requested_topping + ".")
 print("\nFinished making your pizza!")
❸ else:
 print("Are you sure you want a plain pizza?")
```

На этот раз мы начинаем с пустого списка заказанных дополнений в точке ❶. Вместо того чтобы сразу переходить к циклу `for`, программа выполняет проверку

в точке ❷. Когда имя списка используется в условии `if`, Python возвращает `True`, если список содержит хотя бы один элемент; если список пуст, возвращается значение `False`. Если `requested_toppings` проходит проверку условия, выполняется тот же цикл `for`, который мы использовали в предыдущем примере. Если же условие ложно, то программа выводит сообщение, которое предлагает клиенту подтвердить, действительно ли он хочет получить базовую пиццу без дополнений ❸.

В данном примере список пуст, поэтому выводится сообщение:

```
Are you sure you want a plain pizza?
```

Если в списке есть хотя бы один элемент, в выходные данные включается каждое заказанное дополнение.

## Множественные списки

Посетители способны заказать что угодно, особенно когда речь заходит о дополнениях к пицце. Что если клиент захочет положить на пиццу картофель фри? Списки и команды `if` позволяют вам убедиться в том, что входные данные имеют смысл, прежде чем обрабатывать их.

Давайте проверим наличие нестандартных дополнений перед тем, как готовить пиццу. В следующем примере определяются два списка. Первый список содержит перечень доступных дополнений, а второй — список дополнений, заказанных клиентом. На этот раз каждый элемент из `requested_toppings` проверяется по списку доступных дополнений перед добавлением в пиццу:

```
❶ available_toppings = ['mushrooms', 'olives', 'green peppers',
 'pepperoni', 'pineapple', 'extra cheese']
❷ requested_toppings = ['mushrooms', 'french fries', 'extra cheese']
❸ for requested_topping in requested_toppings:
 if requested_topping in available_toppings:
 print("Adding " + requested_topping + ".")
 else:
 print("Sorry, we don't have " + requested_topping + ".")
❹
print("\nFinished making your pizza!")
```

В точке ❶ определяется список доступных дополнений к пицце. Стоит заметить, что если в пиццерии используется постоянный ассортимент дополнений, этот список можно реализовать в виде кортежа. В точке ❷ создается список дополнений, заказанных клиентом. Обратите внимание на необычный заказ '`french fries`'. В точке ❸ программа перебирает список заказанных дополнений. Внутри цикла программа сначала проверяет, что каждое заказанное дополнение присутствует в списке доступных дополнений ❹. Если дополнение доступно, оно добавляется в пиццу. Если заказанное дополнение не входит в список, выполняется блок `else` ❺. Блок `else` выводит сообщение о том, что дополнение недоступно.

С этим синтаксисом программа выдает четкий, содержательный вывод:

```

Adding mushrooms.
Sorry, we don't have french fries.
Adding extra cheese.

Finished making your pizza!

```

Всего в нескольких строках кода нам удалось эффективно решить вполне реальную проблему!

## УПРАЖНЕНИЯ

5-8. Hello Admin: создайте список из пяти и более имен пользователей, включающий имя 'admin'. Представьте, что вы пишете код, который выводит приветственное сообщение для каждого пользователя после его входа на сайт. Переберите элементы списка и выведите сообщение для каждого пользователя.

- Для пользователя с именем 'admin' выведите особое сообщение — например: «Hello admin, would you like to see a status report?»
- В остальных случаях выводите универсальное приветствие — например: «Hello Eric, thank you for logging in again».

5-9. Без пользователей: добавьте в hello\_admin.py команду if, которая проверит, что список пользователей не пуст.

- Если список пуст, выведите сообщение: «We need to find some users!»
- Удалите из списка все имена пользователей и убедитесь в том, что программа выводит правильное сообщение.

5-10. Проверка имен пользователей: выполните следующие действия для создания программы, моделирующей проверку уникальности имен пользователей.

- Создайте список current\_users, содержащий пять и более имен пользователей.
- Создайте другой список new\_users, содержащий пять и более имен пользователей. Убедитесь в том, что одно или два новых имени также присутствуют в списке current\_users.
- Переберите список new\_users и для каждого имени в этом списке проверьте, было ли оно использовано ранее. Если имя уже использовалось, выведите сообщение о том, что пользователь должен выбрать новое имя. Если имя не использовалось, выведите сообщение о его доступности.
- Проследите за тем, чтобы сравнение выполнялось без учета регистра символов. Если имя 'John' уже используется, в регистрации имени 'JOHN' следует отказать.

5-11. Порядковые числительные: порядковые числительные в английском языке заканчиваются суффиксом th (кроме 1st, 2nd и 3rd).

- Сохраните числа от 1 до 9 в списке.
- Переберите элементы списка.
- Используйте цепочку if-elif-else в цикле для вывода правильного окончания числительного для каждого числа. Программа должна выводить числительные «1st 2nd 3rd 4th 5th 6th 7th 8th 9th», причем каждый результат должен располагаться в отдельной строке.

## Оформление команд if

Во всех примерах этой главы применялись правила стилевого оформления. В PEP 8 приведена только одна рекомендация, касающаяся проверки условий: заключать

операторы сравнения (такие, как `==`, `>=`, `<=` и т. д.) в одиночные пробелы. Например, запись

```
if age < 4:
```

лучше, чем:

```
if age<4:
```

Пробелы не влияют на интерпретацию вашего кода Python; они только упрощают чтение кода вами и другими разработчиками.

### УПРАЖНЕНИЯ

5-12. Стиль оформления команд if: проанализируйте программы, написанные в этой главе, и проверьте, правильно ли вы оформляли условия.

5-13. Ваши идеи: к этому моменту вы уже стали более квалифицированным программистом, чем в начале книги. Теперь вы лучше представляете, как в программах моделируются явления реального мира, и сможете сами придумать задачи, которые будут решаться в ваших программах. Запишите несколько задач, которые вам хотелось бы решить с ростом вашего профессионального мастерства. Может быть, это какие-то компьютерные игры, задачи анализа наборов данных или веб-приложения?

## Итоги

В этой главе вы научились писать условия, результатом которых всегда является логическое значение (`True` или `False`.) Вы научились писать простые команды `if`, цепочки `if-else` и цепочки `if-elif-else`. Вы начали использовать эти структуры для выявления конкретных условий, которые необходимо проверить, и проверки этих условий в ваших программах. Вы узнали, как обеспечить специальную обработку некоторых элементов в списке с сохранением эффективности циклов `for`. Также мы вернулись к стилевым рекомендациям Python, с которыми более сложные программы становятся относительно простыми для чтения и понимания.

В главе 6 рассматриваются слов *ри* Python. Словарь отчасти напоминает список, но он позволяет связывать разные виды информации. Вы научитесь создавать словари, перебирать их элементы, использовать их в сочетании со списками и командами `if`. Словари помогут вам моделировать еще более широкий спектр реальных ситуаций.

# 6 Словари

В этой главе речь пойдет о словарях — структурах данных, предназначенных для объединения взаимосвязанной информации. Вы узнаете, как получить доступ к информации, хранящейся в словаре, и как изменить эту информацию. Так как объем данных в словаре практически безграничен, мы рассмотрим средства перебора данных в словарях. Кроме того, вы научитесь использовать вложенные словари в списках, вложенные списки в словарях и даже словари в других словарях.

Операции со словарями позволяют моделировать всевозможные реальные объекты с большей точностью. Вы узнаете, как создать словарь, описывающий человека, и сохранить в нем сколько угодно информации об этом человеке. В словаре может храниться имя, возраст, место жительства, профессия и любые другие атрибуты. Вы узнаете, как сохранить любые два вида информации, способные образовать пары: список слов и их значений, список имен людей и их любимых чисел, список гор и их высот и т. д.

## Простой словарь

Возьмем игру с инопланетными пришельцами, которые имеют разные цвета и приносят разное количество очков игроку. В следующем простом словаре хранится информация об одном конкретном пришельце:

```
alien.py
alien_0 = {'color': 'green', 'points': 5}

print(alien_0['color'])
print(alien_0['points'])
```

В словаре `alien_0` хранятся два атрибута: цвет (`color`) и количество очков (`points`). Следующие две команды `print` читают эту информацию из словаря и выводят ее на экран:

```
green
5
```

Работа со словарями, как и большинство других новых концепций, требует определенного опыта. Стоит вам немного поработать со словарями, и вы увидите, как эффективно они работают при моделировании реальных ситуаций.

## Работа со словарями

Слов *рь* в языке Python представляет собой совокупность пар «ключ—значение». Каждый ключ связывается с некоторым значением, и программа может получить значение, связанное с заданным ключом. Значением может быть число, строка, список и даже другой словарь. Собственно, любой объект, создаваемый в программе Python, может стать значением в словаре.

В Python словарь заключается в фигурные скобки {}, в которых приводится последовательность пар «ключ—значение», как в предыдущем примере:

```
alien_0 = {'color': 'green', 'points': 5}
```

П *р «ключ—значение»* представляет собой данные, связанные друг с другом. Если вы укажете ключ, то Python вернет значение, связанное с этим ключом. Ключ отделяется от значения двоеточием, а отдельные пары разделяются запятыми. В словаре может храниться любое количество пар «ключ—значение».

Простейший словарь содержит ровно одну пару «ключ—значение», как в следующей измененной версии словаря alien\_0:

```
alien_0 = {'color': 'green'}
```

В этом словаре хранится ровно один фрагмент информации о пришельце alien\_0, а именно — его цвет. Стока 'color' является ключом в словаре; с этим ключом связано значение 'green'.

## Обращение к значениям в словаре

Чтобы получить значение, связанное с ключом, укажите имя словаря, а затем ключ в квадратных скобках:

```
alien_0 = {'color': 'green'}
print(alien_0['color'])
```

Эта конструкция возвращает значение, связанное с ключом 'color', из словаря alien\_0:

```
green
```

Количество пар «ключ—значение» в словаре не ограничено. Например, вот как выглядит исходный словарь alien\_0 с двумя парами «ключ—значение»:

```
alien_0 = {'color': 'green', 'points': 5}
```

Теперь программа может получить значение, связанное с любым из ключей в alien\_0: color или points. Если игрок сбивает корабль пришельца, для получения заработанных им очков может использоваться код следующего вида:

```
alien_0 = {'color': 'green', 'points': 5}
```

```
❶ new_points = alien_0['points']
❷ print("You just earned " + str(new_points) + " points!")
```

После того как словарь будет определен, код ❶ извлекает значение, связанное с ключом `'points'`, из словаря. Затем это значение сохраняется в переменной `new_points`. Стока ❷ преобразует целое значение в строку и выводит сообщение с количеством заработанных очков:

```
You just earned 5 points!
```

Если этот код будет выполняться каждый раз, когда игрок сбивает очередного пришельца, программа будет получать правильное количество очков.

## Добавление новых пар «ключ—значение»

Словари относятся к динамическим структурам данных: в словарь можно в любой момент добавлять новые пары «ключ—значение». Для этого указывается имя словаря, за которым в квадратных скобках следует новый ключ с новым значением. Добавим в словарь `alien_0` еще два атрибута: координаты `x` и `y` для вывода изображения пришельца в определенной позиции экрана. Допустим, пришелец должен отображаться у левого края экрана, в 25 пикселях от верхнего края. Так как система экранных координат обычно располагается в левом верхнем углу, для размещения пришельца у левого края координата `x` должна быть равна 0, а координата `y` — 25:

```
alien_0 = {'color': 'green', 'points': 5}
print(alien_0)

❶ alien_0['x_position'] = 0
❷ alien_0['y_position'] = 25
print(alien_0)
```

Программа начинается с определения того же словаря, с которым мы уже работали ранее. После этого выводится «снимок» текущего состояния словаря. В точке ❶ в словарь добавляется новая пара «ключ—значение»: ключ `'x_position'` и значение `0`. То же самое делается для ключа `'y_position'` в точке ❷. При выводе измененного словаря мы видим две дополнительные пары «ключ—значение»:

```
{'color': 'green', 'points': 5}
{'color': 'green', 'points': 5, 'y_position': 25, 'x_position': 0}
```

Окончательная версия словаря содержит четыре пары «ключ—значение». Первые две определяют цвет и количество очков, а другие две — координаты. Обратите внимание: порядок пар «ключ—значение» не соответствует порядку их добавления. Python не интересует, в каком порядке добавлялись пары; важна лишь связь между каждым ключом и его значением.

## Создание пустого словаря

В некоторых ситуациях бывает удобно (или даже необходимо) начать с пустого словаря, а затем добавлять в него новые элементы. Чтобы начать заполнение пустого словаря, определите словарь с пустой парой фигурных скобок, а затем добавляйте новые пары «ключ—значение» (каждая пара в отдельной строке). Например, вот как строится словарь `alien_0`:

```
alien_0 = {}

alien_0['color'] = 'green'
alien_0['points'] = 5

print(alien_0)
```

Программа определяет пустой словарь `alien_0`, после чего добавляет в него значения для цвета и количества очков. В результате создается словарь, который использовался в предыдущих примерах:

```
{'color': 'green', 'points': 5}
```

Обычно пустые словари используются при хранении данных, введенных пользователем, или при написании кода, автоматически генерирующего большое количество пар «ключ—значение».

## Изменение значений в словаре

Чтобы изменить значение в словаре, укажите имя словаря с ключом в квадратных скобках, а затем новое значение, которое должно быть связано с этим ключом. Допустим, в процессе игры цвет пришельца меняется с зеленого на желтый:

```
alien_0 = {'color': 'green'}
print("The alien is " + alien_0['color'] + ".")

alien_0['color'] = 'yellow'
print("The alien is now " + alien_0['color'] + ".")
```

Сначала определяется словарь `alien_0`, который содержит только цвет пришельца; затем значение, связанное с ключом `'color'`, меняется на `'yellow'`. Из выходных данных видно, что цвет пришельца действительно сменился с зеленого на желтый:

```
The alien is green.
The alien is now yellow.
```

Рассмотрим более интересный пример: отслеживание позиции пришельца, который может двигаться с разной скоростью. Мы сохраним значение, представляющее текущую скорость пришельца, и используем его для определения величины горизонтального смещения:

```
alien_0 = {'x_position': 0, 'y_position': 25, 'speed': 'medium'}
print("Original x-position: " + str(alien_0['x_position']))
Пришелец перемещается вправо.
Вычисляем величину смещения на основании текущей скорости.

❶ if alien_0['speed'] == 'slow':
 x_increment = 1
elif alien_0['speed'] == 'medium':
 x_increment = 2
else:
 # Пришелец двигается быстро.
 x_increment = 3
Новая позиция равна сумме старой позиции и приращения.
```

```
❷ alien_0['x_position'] = alien_0['x_position'] + x_increment
print("New x-position: " + str(alien_0['x_position']))
```

Сначала определяется словарь с исходной позицией (координаты *x* и *y*) и скоростью '`medium`'. Значения цвета и количества очков для простоты опущены, но с ними этот пример работал бы точно так же. Также выводится исходное значение `x_position`.

В точке ❷ цепочка `if-elif-else` определяет, на какое расстояние пришелец должен переместиться вправо; полученное значение сохраняется в переменной `x_increment`. Если пришелец движется медленно ('`slow`'), то он перемещается на одну единицу вправо; при средней скорости ('`medium`') он перемещается на две единицы вправо; наконец, при высокой скорости ('`fast`') он перемещается на три единицы вправо. Вычисленное смещение прибавляется к значению `x_position` в ❷, а результат сохраняется в словаре с ключом `x_position`.

Для пришельца со средней скоростью позиция смещается на две единицы:

```
Original x-position: 0
New x-position: 2
```

Получается, что изменение одного значения в словаре изменяет все поведение пришельца. Например, чтобы превратить пришельца со средней скоростью в быстрого, добавьте следующую строку:

```
alien_0['speed'] = fast
```

При следующем выполнении кода блок `if-elif-else` присвоит `x_increment` большее значение.

## Удаление пар «ключ—значение»

Когда информация, хранящаяся в словаре, перестает быть ненужной, пару «ключ—значение» можно полностью удалить при помощи команды `del`. При вызове достаточно передать имя словаря и удаляемый ключ.

Например, в следующем примере из словаря `alien_0` удаляется ключ '`points`' вместе со значением:

```
alien_0 = {'color': 'green', 'points': 5}
print(alien_0)

❶ del alien_0['points']
print(alien_0)
```

Строка ❶ приказывает Python удалить ключ '`points`' из словаря `alien_0`, а также удалить значение, связанное с этим ключом. Из вывода видно, что ключ '`points`' и его значение 5 исчезли из словаря, но остальные данные остались без изменений:

```
{'color': 'green', 'points': 5}
{'color': 'green'}
```

**ПРИМЕЧАНИЕ**

Учтите, что удаление пары «ключ—значение» отменить уже не удастся.

## Словарь с однотипными объектами

В предыдущем примере в словаре сохранялась разнообразная информация об одном объекте (пришельце из компьютерной игры). Словарь также может использоваться для хранения одного вида информации о многих объектах. Допустим, вы хотите провести опрос среди коллег и узнать их любимый язык программирования. Результаты простого опроса удобно сохранить в словаре:

```
favorite_languages = {
 'jen': 'python',
 'sarah': 'c',
 'edward': 'ruby',
 'phil': 'python',
}
```

Пары в словаре в этой записи разбиты по строкам. Ключами являются имена участников опроса, а значениями — выбранные ими языки. Если вы знаете, что для определения словаря потребуется более одной строки, нажмите клавишу Enter после ввода открывающей фигурной скобки. Снабдите следующую строку отступом на один уровень (четыре пробела) и запишите первую пару «ключ—значение», поставив за ней запятую. После этого при нажатии Enter ваш текстовый редактор будет автоматически снабжать все последующие пары таким же отступом, как у первой. Завершив определение словаря, добавьте закрывающую фигурную скобку в новой строке после последней пары «ключ—значение» и снабдите ее отступом на один уровень, чтобы она была выровнена по ключам. За последней парой также рекомендуется включить запятую, чтобы при необходимости все было готово к добавлению новой пары «ключ—значение» в следующей строке.

**ПРИМЕЧАНИЕ**

В большинстве редакторов предусмотрены функции, упрощающие форматирование расширенных списков и словарей в описанном стиле. Также существуют другие распространенные способы форматирования длинных словарей — вы можете столкнуться с ними в вашем редакторе или в другом источнике.

Для заданного имени участника опроса этот словарь позволяет легко определить его любимый язык:

```
favorite_languages.py
favorite_languages = {
 'jen': 'python',
 'sarah': 'c',
 'edward': 'ruby',
 'phil': 'python',
}
❶ print("Sarah's favorite language is " +
❷ favorite_languages['sarah'].title() +
❸ ".")
```

Чтобы узнать, какой язык выбран пользователем с именем `Sarah`, мы запрашиваем следующее значение:

```
favorite_languages['sarah']
```

Этот синтаксис используется в команде вывода ❶, а результат содержит значение, связанное с ключом:

```
Sarah's favorite language is C.
```

Этот пример также показывает, как разбить длинную команду `print` на несколько строк. Слово `print` короче большинства имен словарей, поэтому есть смысл включить первую часть выводимого текста сразу же за открывающей круглой скобкой ❶. Выберите точку, в которой будет разбиваться вывод, и добавьте оператор конкатенации (+) в конец первой строки ❷. Нажмите Enter, а затем клавишу Tab для выравнивания всех последующих строк на один уровень отступа под командой `print`. Завершив построение вывода, поставьте закрывающую круглую скобку в последней строке блока `print` ❸.

## УПРАЖНЕНИЯ

6-1. Человек: используйте словарь для сохранения информации об известном вам человеке. Сохраните имя, фамилию, возраст и город, в котором живет этот человек. Словарь должен содержать ключи с такими именами, как `first_name`, `last_name`, `age` и `city`. Выведите каждый фрагмент информации, хранящийся в словаре.

6-2. Любимые числа: используйте словарь для хранения любимых чисел. Возьмите пять имен и используйте их как ключи словаря. Придумайте любимое число для каждого человека и сохраните его как значение в словаре. Выведите имя каждого человека и его любимое число. Чтобы задача стала более интересной, опросите нескольких друзей и соберите реальные данные для своей программы.

6-3. Глоссарий: словари Python могут использоваться для моделирования «настоящего» словаря (чтобы не создавать путаницы, назовем его «глоссарием»).

- Вспомните пять терминов из области программирования, которые вы узнали в предыдущих главах. Используйте эти слова как ключи глоссария, а их определения — как значения.
- Выведите каждое слово и его определение в аккуратно отформатированном виде. Например, вы можете вывести слово, затем двоеточие и определение; или же слово в одной строке, а его определение — с отступом в следующей строке. Используйте символ новой строки (\n) для вставки пустых строк между парами «слово-определение» в выходных данных.

## Перебор словаря

Словарь Python может содержать как несколько пар «ключ—значение», так и миллионы таких пар. Поскольку в словаре может храниться большой объем данных, Python предоставляет средства для перебора элементов словаря. Информация может храниться в словарях по-разному, поэтому предусмотрены разные способы перебора. Программа может перебрать все пары «ключ—значение» в словаре, только ключи или только значения.

## Перебор всех пар «ключ—значение»

Прежде чем ознакомиться с разными способами перебора, рассмотрим новый словарь, предназначенный для хранения информации о пользователе веб-сайта. В следующем словаре хранится имя пользователя, его имя и фамилия:

```
user_0 = {
 'username': 'efermi',
 'first': 'enrico',
 'last': 'fermi',
}
```

То, что вы уже узнали в этой главе, позволит вам обратиться к любому отдельному атрибуту `user_0`. Но что если вы хотите просмотреть *все* данные из словаря этого пользователя? Для этого можно воспользоваться перебором в цикле `for`:

```
user.py
user_0 = {
 'username': 'efermi',
 'first': 'enrico',
 'last': 'fermi',
}

❶ for key, value in user_0.items():
❷ print("\nKey: " + key)
❸ print("Value: " + value)
```

Как мы видим в точке ❶, чтобы написать цикл `for` для словаря, необходимо создать имена для двух переменных, в которых будет храниться ключ и значение из каждой пары «ключ—значение». Этим двум переменным можно присвоить любые имена — с короткими однобуквенными именами код будет работать точно так же:

```
for k, v in user_0.items()
```

Вторая половина команды `for` в точке ❶ включает в себя имя словаря, за которым следует вызов метода `items()`, возвращающий список пар «ключ—значение». Цикл `for` сохраняет компоненты пары в двух указанных переменных. В предыдущем примере мы используем переменные для вывода каждого ключа `v`, за которым следует связанное значение `w`. "\n" в первой команде `print` гарантирует, что перед каждой парой «ключ—значение» в выводе будет вставлена пустая строка:

```
Key: last
Value: fermi
```

```
Key: first
Value: enrico
```

```
Key: username
Value: efermi
```

Снова обратите внимание на то, что пары «ключ—значение» не возвращаются в порядке их хранения даже при переборе в словаре. Python не интересует порядок

хранения пар «ключ—значение»; отслеживаются только связи между отдельными ключами и их значениями.

Перебор всех пар «ключ—значение» особенно хорошо работает для таких словарей, как в примере `favorite_languages.py` на с. 106: то есть для словарей, хранящих один вид информации со многими разными ключами. Перебрав словарь `favorite_languages`, вы получите имя каждого человека и его любимый язык программирования. Так как ключ всегда содержит имя, а значение — язык программирования, в цикле вместо имен `key` и `value` используются переменные `name` и `language`. С таким выбором имен читателю кода будет проще следить за тем, что происходит в цикле:

```
favorite_languages.py
favorite_languages = {
 'jen': 'python',
 'sarah': 'c',
 'edward': 'ruby',
 'phil': 'python',
}
❶ for name, language in favorite_languages.items():
❷ print(name.title() + "'s favorite language is " +
 language.title() + ".")
```

Код в точке ❶ приказывает Python перебрать все пары «ключ—значение» в словаре. В процессе перебора пар ключ сохраняется в переменной `name`, а значение — в переменной `language`. С этими содержательными именами намного проще понять, что делает команда `print` в точке ❷.

Всего в нескольких строках кода выводится вся информация из опроса:

```
Jen's favorite language is Python.
Sarah's favorite language is C.
Phil's favorite language is Python.
Edward's favorite language is Ruby.
```

Такой способ перебора точно так же работает и в том случае, если в словаре будут храниться результаты опроса тысяч и даже миллионов людей.

## Перебор всех ключей в словаре

Метод `keys()` удобен в тех случаях, когда вы не собираетесь работать со всеми значениями в словаре. Переберем словарь `favorite_languages` и выведем имена всех людей, участвовавших в опросе:

```
favorite_languages = {
 'jen': 'python',
 'sarah': 'c',
 'edward': 'ruby',
 'phil': 'python',
}
❶ for name in favorite_languages.keys():
 print(name.title())
```

Строка ❶ приказывает Python извлечь из словаря `favorite_languages` все ключи и последовательно сохранять их в переменной `name`. В выходных данных представлены имена всех людей, участвовавших в опросе:

```
Jen
Sarah
Phil
Edward
```

На самом деле перебор ключей используется по умолчанию при переборе словаря, так что этот код будет работать точно так же, как если бы вы написали

```
for name in favorite_languages:
```

вместо...

```
for name in favorite_languages.keys():
```

Используйте явный вызов метода `keys()`, если вы считаете, что он упростит чтение вашего кода, — или опустите его при желании.

Чтобы обратиться в цикле к значению, связанному с интересующим вас ключом, используйте текущий ключ. Для примера выведем для пары друзей сообщение о выбранном ими языке. Мы переберем имена в словаре, как это делалось ранее, но, когда имя совпадает с именем одного из друзей, программа будет выводить специальное сообщение об их любимом языке:

```
favorite_languages = {
 'jen': 'python',
 'sarah': 'c',
 'edward': 'ruby',
 'phil': 'python',
}
```

```
❶ friends = ['phil', 'sarah']
for name in favorite_languages.keys():
 print(name.title())

❷ if name in friends:
 print(" Hi " + name.title() +
 ", I see your favorite language is " +
❸ favorite_languages[name].title() + "!")
```

В точке ❶ строится список друзей, для которых должно выводиться сообщение. В цикле выводится имя очередного участника опроса, а затем в точке ❷ программа проверяет, входит ли текущее имя в список друзей. Если имя входит в список, выводится специальное приветствие с упоминанием выбранного языка. Чтобы получить язык в точке ❸, мы используем имя словаря и текущее значение `name` как ключ. Имя выводится для всех участников, но только друзья получают еще и специальное сообщение:

```
Edward
Phil
Hi Phil, I see your favorite language is Python!
Sarah
```

```
Hi Sarah, I see your favorite language is C!
Jen
```

Метод `keys()` также может использоваться для проверки того, участвовал ли конкретный человек в опросе:

```
favorite_languages = {
 'jen': 'python',
 'sarah': 'c',
 'edward': 'ruby',
 'phil': 'python',
}
❶ if 'erin' not in favorite_languages.keys():
 print("Erin, please take our poll!")
```

Метод `keys()` не ограничивается перебором: он возвращает список всех ключей, и строка ❶ просто проверяет, входит ли ключ `'erin'` в список. Так как ключ в списке отсутствует, программа выводит сообщение:

```
Erin, please take our poll!
```

## Упорядоченный перебор ключей словаря

Словарь всегда поддерживает связь между ключом и связанным с ним значением, но порядок получения элементов из словаря непредсказуем. Впрочем, это не создает проблем, потому что обычно требуется лишь получить правильное значение, связанное с каждым ключом.

Один из способов получения элементов в определенном порядке основан на сортировке ключей, возвращаемых циклом `for`. Для получения упорядоченной копии ключей можно воспользоваться функцией `sorted()`:

```
favorite_languages = {
 'jen': 'python',
 'sarah': 'c',
 'edward': 'ruby',
 'phil': 'python',
}

for name in sorted(favorite_languages.keys()):
 print(name.title() + ", thank you for taking the poll.")
```

Эта команда `for` не отличается от других команд `for`, если не считать того, что метод `dictionary.keys()` заключен в вызов функции `sorted()`. Эта конструкция приказывает Python выдать список всех ключей в словаре и отсортировать его перед тем, как перебирать элементы. В выводе перечислены все пользователи, участвовавшие в опросе, а их имена упорядочены по алфавиту:

```
Edward, thank you for taking the poll.
Jen, thank you for taking the poll.
Phil, thank you for taking the poll.
Sarah, thank you for taking the poll.
```

## Перебор всех значений в словаре

Если вас прежде всего интересуют значения, содержащиеся в словаре, используйте метод `values()` для получения списка значений без ключей. Допустим, вы хотите просто получить список всех языков, выбранных в опросе, и вас не интересуют имена людей, выбравших каждый язык:

```
favorite_languages = {
 'jen': 'python',
 'sarah': 'c',
 'edward': 'ruby',
 'phil': 'python',
}

print("The following languages have been mentioned:")
for language in favorite_languages.values():
 print(language.title())
```

Команда `for` читает каждое значение из словаря и сохраняет его в переменной `language`. При выводе этих значений будет получен список всех выбранных языков:

```
The following languages have been mentioned:
Python
C
Python
Ruby
```

Значения извлекаются из словаря без проверки на возможные повторения. Для небольших словарей это может быть приемлемо, но в опросах с большим количеством респондентов список будет содержать слишком много дубликатов. Чтобы получить список выбранных языков без повторений, можно воспользоваться *множеством* (`set`). Множество в целом похоже на список, но все его элементы должны быть уникальными:

```
favorite_languages = {
 'jen': 'python',
 'sarah': 'c',
 'edward': 'ruby',
 'phil': 'python',
}

print("The following languages have been mentioned:")
❶ for language in set(favorite_languages.values()):
 print(language.title())
```

Когда список, содержащий дубликаты, заключается в вызов `set()`, Python находит уникальные элементы списка и строит множество из этих элементов. В точке ❶ `set()` используется для извлечения уникальных языков из `favorite_languages.values()`. В результате создается не содержащий дубликатов список языков программирования, упомянутых участниками опроса:

```
The following languages have been mentioned:
Python
C
Ruby
```

В ходе дальнейшего изучения Python вы часто будете обнаруживать встроенные возможности языка, которые помогают сделать с данными именно то, что вам требуется.

### УПРАЖНЕНИЯ

6-4. Глоссарий 2: теперь, когда вы знаете, как перебрать элементы словаря, упростите код из упражнения 6-3, заменив серию команд `print` циклом, перебирающим ключи и значения словаря. Когда вы будете уверены в том, что цикл работает, добавьте в глоссарий еще пять терминов Python. При повторном запуске программы новые слова и значения должны быть автоматически включены в вывод.

6-5. Реки: создайте словарь с тремя большими реками и странами, по которым протекает каждая река. Одна из возможных пар «ключ—значение» — `'nile': 'egypt'`.

- Используйте цикл для вывода сообщения с упоминанием реки и страны — например, `«The Nile runs through Egypt.»`
- Используйте цикл для вывода названия каждой реки, включенной в словарь.
- Используйте цикл для вывода названия каждой страны, включенной в словарь.

6-6. Опрос: Возьмите за основу код `favorite_languages.py` (с. 106).

- Создайте список людей, которые должны участвовать в опросе по поводу любимого языка программирования. Включите некоторые имена, которые уже присутствуют в списке, и некоторые имена, которых в списке еще нет.
- Переберите список людей, которые должны участвовать в опросе. Если они уже прошли опрос, выведите сообщение с благодарностью за участие. Если они еще не проходили опрос, выведите сообщение с предложением принять участие.

## Вложение

Иногда нужно сохранить множество словарей в списке или сохранить список как значение элемента словаря. Создание сложных структур такого рода называется *вложением*. Вы можете вложить множество словарей в список, список элементов в словарь или даже словарь внутрь другого словаря. Как наглядно показывают следующие примеры, вложение — чрезвычайно мощный механизм.

### Список словарей

Словарь `alien_0` содержит разнообразную информацию об одном пришельце, но в нем нет места для хранения информации о втором пришельце, не говоря уже о целом экране, забитом пришельцами. Как смоделировать флот вторжения? Например, можно создать список пришельцев, в котором каждый элемент представляет собой словарь с информацией о пришельце. Следующий код строит список из трех пришельцев:

```
aliens.py
alien_0 = {'color': 'green', 'points': 5}
alien_1 = {'color': 'yellow', 'points': 10}
alien_2 = {'color': 'red', 'points': 15}
```

```
❶ aliens = [alien_0, alien_1, alien_2]

for alien in aliens:
 print(alien)
```

Сначала создаются три словаря, каждый из которых представляет отдельного пришельца. В точке ❶ каждый словарь заносится в список с именем `aliens`. Наконец, программа перебирает список и выводит каждого пришельца:

```
{'color': 'green', 'points': 5}
{'color': 'yellow', 'points': 10}
{'color': 'red', 'points': 15}
```

Конечно, в реалистичном примере будут использоваться более трех пришельцев, которые будут генерироваться автоматически. В следующем примере функция `range()` создает флот из 30 пришельцев:

```
Создание пустого списка для хранения пришельцев.
aliens = []

Создание 30 зеленых пришельцев.
❶ for alien_number in range(30):
 ❷ new_alien = {'color': 'green', 'points': 5, 'speed': 'slow'}
 ❸ aliens.append(new_alien)

Вывод первых 5 пришельцев:
❹ for alien in aliens[:5]:
 print(alien)
print("...")

Вывод количества созданных пришельцев.
❺ print("Total number of aliens: " + str(len(aliens)))
```

В начале примера список для хранения всех пришельцев, которые будут созданы, пуст. В точке ❶ функция `range()` возвращает множество чисел, которое просто сообщает Python, сколько раз должен повторяться цикл. При каждом выполнении цикла создается новый пришелец ❷, который затем добавляется в список `aliens` ❸. В точке ❹ срез используется для вывода первых пяти пришельцев, а в точке ❺ выводится длина списка (для демонстрации того, что программа действительно сгенерировала весь флот из 30 пришельцев):

```
{'speed': 'slow', 'color': 'green', 'points': 5}
...
Total number of aliens: 30
```

Все пришельцы обладают одинаковыми характеристиками, но Python рассматривает каждого пришельца как отдельный объект, что позволяет изменять атрибуты каждого владельца по отдельности.

Как работать с таким множеством? Представьте, что в этой игре некоторые пришельцы изменяют цвет и начинают двигаться быстрее. Когда приходит время

смены цветов, мы можем воспользоваться циклом `for` и командой `if` для изменения цвета. Например, чтобы превратить первых трех пришельцев в желтых, двигающихся со средней скоростью и приносящих игроку по 10 очков, можно действовать так:

```
Создание пустого списка для хранения пришельцев.
aliens = []

Создание 30 зеленых пришельцев.
for alien_number in range (0,30):
 new_alien = {'color': 'green', 'points': 5, 'speed': 'slow'}
 aliens.append(new_alien)

for alien in aliens[0:3]:
 if alien['color'] == 'green':
 alien['color'] = 'yellow'
 alien['speed'] = 'medium'
 alien['points'] = 10

Вывод первых 5 пришельцев:
for alien in aliens[0:5]:
 print(alien)
 print("...")
```

Чтобы изменить первых трех пришельцев, мы перебираем элементы среза, включающего только первых трех пришельцев. В данный момент все пришельцы зеленые ('green'), но так будет не всегда, поэтому мы пишем команду `if`, которая гарантирует, что изменяться будут только зеленые пришельцы. Если пришелец зеленый, то его цвет меняется на желтый ('yellow'), скорость на среднюю ('medium'), а награда увеличивается до 10 очков:

```
{'speed': 'medium', 'color': 'yellow', 'points': 10}
{'speed': 'medium', 'color': 'yellow', 'points': 10}
{'speed': 'medium', 'color': 'yellow', 'points': 10}
{'speed': 'slow', 'color': 'green', 'points': 5}
{'speed': 'slow', 'color': 'green', 'points': 5}
...
...
```

Цикл можно расширить, добавив блок `elif` для превращения желтых пришельцев в красных — быстрых и приносящих игроку по 15 очков. Мы не станем приводить весь код, а цикл выглядит так:

```
for alien in aliens[0:3]:
 if alien['color'] == 'green':
 alien['color'] = 'yellow'
 alien['speed'] = 'medium'
 alien['points'] = 10
 elif alien['color'] == 'yellow':
 alien['color'] = 'red'
 alien['speed'] = 'fast'
 alien['points'] = 15
```

Решение с хранением словарей в списке достаточно часто встречается тогда, когда каждый словарь содержит разные атрибуты одного объекта. Например, вы можете

создать словарь для каждого пользователя сайта, как это было сделано в программе `user.py` на с. 108, и сохранить отдельные словари в списке с именем `users`. Все словари в списке должны иметь одинаковую структуру, чтобы вы могли перебрать список и выполнить с каждым объектом словаря одни и те же операции.

## Список в словаре

Иногда бывает удобно поместить список в словарь, вместо того чтобы помещать словарь в список. Представьте, как бы вы описали в программе заказанную пиццу. Если ограничиться только списком, сохранить удастся разве что список дополнений к пицце. При использовании словаря список дополнений может быть всего лишь одним аспектом описания пиццы.

В следующем примере для каждой пиццы сохраняются два вида информации: тип теста и список дополнений. Список дополнений представляет собой значение, связанное с ключом `'toppings'`. Чтобы использовать элементы в списке, нужно указать имя словаря и ключ `'toppings'`, как и для любого другого значения в словаре. Вместо одного значения будет получен список дополнений:

```
pizza.py
Сохранение информации о заказанной пицце.
❶ pizza = {
 'crust': 'thick',
 'toppings': ['mushrooms', 'extra cheese'],
}

Описание заказа.
❷ print("You ordered a " + pizza['crust'] + "-crust pizza " +
 "with the following toppings:")

❸ for topping in pizza['toppings']:
 print("\t" + topping)
```

Работа начинается в точке ❶ со словаря с информацией о заказанной пицце. С ключом в словаре `'crust'` связано строковое значение `'thick'`. С другим ключом `'toppings'` связано значение-список, в котором хранятся все заказанные дополнения. В точке ❷ выводится описание заказа перед созданием пиццы. Чтобы вывести список дополнений, мы используем ключ `'toppings'`, а Python берет список дополнений из словаря.

Следующее сообщение описывает пиццу, которую мы собираемся создать:

```
You ordered a thick-crust pizza with the following toppings:
mushrooms
extra cheese
```

Вложение списка в словарь может применяться каждый раз, когда с одним ключом словаря должно быть связано более одного значения. Если бы в предыдущем примере с языками программирования ответы сохранялись в списке, один участник опроса мог бы выбрать сразу несколько любимых языков. При переборе словаря значение, связанное с каждым человеком, представляло бы собой список языков

(вместо одного языка.) В цикле `for` словаря создается другой цикл для перебора списка языков, связанных с каждым участником:

```
favorite_languages.py
❶ favorite_languages = {
 'jen': ['python', 'ruby'],
 'sarah': ['c'],
 'edward': ['ruby', 'go'],
 'phil': ['python', 'haskell'],
}

❷ for name, languages in favorite_languages.items():
 print("\n" + name.title() + "'s favorite languages are:")
❸ for language in languages:
 print("\t" + language.title())
```

Вы видите в точке ❶, что значение, связанное с каждым именем, теперь представляет собой список. У некоторых участников только один любимый язык программирования, у других таких языков несколько. При переборе словаря в точке ❷ переменная с именем `languages` используется для хранения каждого значения из словаря, потому что мы знаем, что каждое значение будет представлять собой список. В основном цикле по элементам словаря другой цикл ❸ перебирает элементы списка любимых языков каждого участника.

Теперь каждый участник опроса может указать сколько угодно любимых языков программирования:

```
Jen's favorite languages are:
 Python
 Ruby
```

```
Sarah's favorite languages are:
 C
```

```
Phil's favorite languages are:
 Python
 Haskell
```

```
Edward's favorite languages are:
 Ruby
 Go
```

Чтобы дополнительно усовершенствовать программу, включите в начало цикла `for` словаря команду `if` для проверки того, выбрал ли данный участник более одного языка программирования (проверка основана на значении `len(languages)`). Если у участника только один любимый язык, текст сообщения изменяется для единственного числа (например, «Sarah's favorite language is C»).

## ПРИМЕЧАНИЕ

Глубина вложения списков и словарей не должна быть слишком большой. Если вам приходится вкладывать элементы на глубину существенно большую, чем в предыдущих примерах, или если вы работаете с чужим кодом со значительной глубиной вложения, скорее всего, у задачи существует более простое решение.

## Словарь в словаре

Словарь также можно вложить в другой словарь, но в таких случаях код быстро усложняется. Например, если на сайте есть несколько пользователей с уникальными именами, вы можете использовать имена пользователей как ключи в словаре. Информация о каждом пользователе при этом хранится в словаре, который используется как значение, связанное с именем. В следующем примере о каждом пользователе хранятся три вида информации: имя, фамилия и место жительства. Чтобы получить доступ к этой информации, переберите имена пользователей и словарь с информацией, связанной с каждым именем:

```
many_users.py
users = {
 'aeinstein': {
 'first': 'albert',
 'last': 'einstein',
 'location': 'princeton',
 },
 'mcurie': {
 'first': 'marie',
 'last': 'curie',
 'location': 'paris',
 },
}
❶ for username, user_info in users.items():
❷ print("\nUsername: " + username)
❸ full_name = user_info['first'] + " " + user_info['last']
 location = user_info['location']
❹ print("\tFull name: " + full_name.title())
 print("\tLocation: " + location.title())
```

В программе определяется словарь с именем `users`, содержащий два ключа: для пользователей '`aeinstein`' и '`mcurie`'. Значение, связанное с каждым ключом, представляет собой словарь с именем, фамилией и местом жительства пользователя. В процессе перебора словаря `users` в точке ❶ Python сохраняет каждый ключ в переменной `username`, а словарь, связанный с каждым именем пользователя, сохраняется в переменной `user_info`. Внутри основного цикла в словаре выводится имя пользователя ❷.

В точке ❸ начинается работа с внутренним словарем. Переменная `user_info`, содержащая словарь с информацией о пользователе, содержит три ключа: '`first`', '`last`' и '`location`'. Каждый ключ используется для построения аккуратно отформатированных данных с полным именем и местом жительства пользователя, с последующим выводом сводки известной информации о пользователе ❹:

```
Username: aeinstein
 Full name: Albert Einstein
 Location: Princeton
Username: mcurie
 Full name: Marie Curie
 Location: Paris
```

Обратите внимание на идентичность структур словарей всех пользователей. Хотя Python этого и не требует, наличие единой структуры упрощает работу с вложенными словарями. Если словари разных пользователей будут содержать разные ключи, то код в цикле `for` заметно усложнится.

### УПРАЖНЕНИЯ

6-7. Люди: начните с программы, написанной для упражнения 6-1 (с. 107). Создайте два новых словаря, представляющих разных людей, и сохраните все три словаря в списке с именем `people`. Переберите элементы списка людей. В процессе перебора выведите всю имеющуюся информацию о каждом человеке.

6-8. Домашние животные: создайте несколько словарей, имена которых представляют клички домашних животных. В каждом словаре сохраните информацию о виде животного и имени владельца. Сохраните словари в списке с именем `pets`. Переберите элементы списка. В процессе перебора выведите всю имеющуюся информацию о каждом животном.

6-9. Любимые места: создайте словарь с именем `favorite_places`. Придумайте названия трех мест, которые станут ключами словаря, и сохраните для каждого человека от одного до трех любимых мест. Чтобы задача стала более интересной, опросите нескольких друзей и соберите реальные данные для своей программы. Переберите данные в словаре, выведите имя каждого человека и его любимые места.

6-10. Любимые числа: измените программу из упражнения 6-2 (с. 107), чтобы для каждого человека можно было хранить более одного любимого числа. Выполните имя каждого человека в списке и его любимые числа.

6-11. Города: создайте словарь с именем `cities`. Используйте названия трех городов в качестве ключей словаря. Создайте словарь с информацией о каждом городе; включите в него страну, в которой расположен город, примерную численность населения и один примечательный факт, относящийся к этому городу. Ключи словаря каждого города должны называться `country`, `population` и `fact`. Выполните название каждого города и всю сохраненную информацию о нем.

6-12. Расширение: примеры, с которыми мы работаем, стали достаточно сложными, и в них можно вносить разного рода усовершенствования. Воспользуйтесь одним из примеров этой главы и расширьте его: добавьте новые ключи и значения, измените контекст программы или улучшите форматирование вывода.

## Итоги

В этой главе вы научились определять словари и работать с хранящейся в них информацией. Вы узнали, как обращаться к отдельным элементам словаря и изменять их, как перебрать всю информацию в словаре. Вы научились перебирать пары «ключ—значение», ключи и значения словаря. Также были рассмотрены возможности вложения словарей в список, вложения списков в словари и вложения словарей в другие словари.

В следующей главе будут рассмотрены циклы `while` и получение входных данных от пользователей программ. Эта глава будет особенно интересной, потому что вы наконец-то сможете сделать свои программы интерактивными: они начнут реагировать на действия пользователя.

# 7

## Ввод данных и циклы `while`

Программы, как правило, пишутся для решения задач конечного пользователя. Для этого им обычно нужна некоторая информация, которую должен ввести пользователь. Простой пример: допустим, пользователь хочет узнать, достаточен ли его возраст для голосования. Если вы пишете программу для ответа на этот вопрос, то вам нужно будет узнать возраст пользователя. Программа должна запросить у пользователя значение — его возраст; когда у программы появятся данные, она может сравнить их с возрастом, дающим право на голосование, и сообщить результат.

В этой главе вы узнаете, как получить пользовательский ввод (то есть входные данные), чтобы программа могла работать с ним. Например, таким вводом может быть отдельное имя или список имен. Для получения данных в программах используется функция `input()`.

Вы также научитесь продолжать работу программы, пока пользователь вводит новые данные; после получения всех данных программа переходит к работе с полученной информацией. Цикл `while` в языке Python позволяет выполнять программу, пока некоторое условие остается истинным.

Когда вы научитесь работать с пользовательским вводом и управлять продолжительностью выполнения программы, вы сможете создавать полностью интерактивные программы.

### Как работает функция `input()`

Функция `input()` приостанавливает выполнение программы и ожидает, пока пользователь введет некоторый текст. Получив ввод, Python сохраняет его в переменной, чтобы вам было удобнее работать с ним.

Например, следующая программа предлагает пользователю ввести текст, а затем выводит сообщение для пользователя:

```
parrot.py
message = input("Tell me something, and I will repeat it back to you: ")
print(message)
```

Функция `input()` получает один аргумент: текст подсказки (или инструкции), который выводится на экран, чтобы пользователь понимал, что от него требуется. В данном примере при выполнении первой строки пользователь видит подсказку с предложением ввести любой текст. Программа ожидает, пока пользователь введет

ответ, и продолжает работу после нажатия `Enter`. Ответ сохраняется в переменной `message`, после чего вызов `print(message)` дублирует введенные данные:

```
Tell me something, and I will repeat it back to you: Hello everyone!
Hello everyone!
```

### ПРИМЕЧАНИЕ

Sublime Text не запускает программы, запрашивающие входные данные у пользователя. Вы можете использовать Sublime Text для создания таких программ, но запускать их придется из терминального окна. См. «Запуск программ Python в терминале», с. 29.

## Содержательные подсказки

Каждый раз, когда в вашей программе используется функция `input()`, вы должны включать четкую, понятную подсказку, которая точно сообщит пользователю, какую информацию вы от него хотите получить. Подойдет любое предложение, которое сообщает пользователю, что нужно вводить. Пример:

```
greeter.py
name = input("Please enter your name: ")
print("Hello, " + name + "!")
```

Добавьте пробел в конце подсказки (после двоеточия в предыдущем примере), чтобы отделить подсказку от данных, вводимых пользователем, и четко показать, где должен вводиться текст. Пример:

```
Please enter your name: Eric
Hello, Eric!
```

Иногда подсказка занимает более одной строки. Например, вы можете сообщить пользователю, для чего программа запрашивает данные. Текст подсказки можно сохранить в переменной и передать эту переменную функции `input()`: вы строите длинное приглашение из нескольких строк, а потом выполняете одну компактную команду `input()`.

```
greeter.py
prompt = "If you tell us who you are, we can personalize the messages you see."
prompt += "\nWhat is your first name? "

name = input(prompt)
print("\nHello, " + name + "!")
```

В этом примере продемонстрирован один из способов построения длинных строк. Первая часть длинного сообщения сохраняется в переменной `prompt`. Затем оператор `+=` объединяет текст, хранящийся в `prompt`, с новым фрагментом текста.

Теперь содержимое `prompt` занимает две строки (вопросительный знак снова отделяется от ввода пробелом):

```
If you tell us who you are, we can personalize the messages you see.
What is your first name? Eric
Hello, Eric!
```

## Использование `int()` для получения числового ввода

При использовании функции `input()` Python интерпретирует все данные, введенные пользователем, как строку. В следующем сеансе интерпретатора программа запрашивает у пользователя возраст:

```
>>> age = input("How old are you? ")
How old are you? 21
>>> age
'21'
```

Пользователь вводит число 21, но, когда мы запрашиваем у Python значение `age`, выводится '`21`' — представление введенного числа в строковом формате. Кавычки, в которые заключены данные, указывают на то, что Python интерпретирует ввод как строку. Но попытка использовать данные как число приведет к ошибке:

```
>>> age = input("How old are you? ")
How old are you? 21
❶ >>> age >= 18
Traceback (most recent call last):
 File "<stdin>", line 1, in <module>
❷ TypeError: unorderable types: str() >= int()
```

Когда вы пытаетесь сравнить введенные данные с числом в точке ❶, Python выдает ошибку, потому что не может сравнить строку с числом: строка '`21`', хранящаяся в `age`, не сравнивается с числовым значением 18; происходит ошибка ❷.

Проблему можно решить при помощи функции `int()`, интерпретирующей строку как числовое значение. Функция `int()` преобразует строковое представление числа в само число:

```
>>> age = input("How old are you? ")
How old are you? 21
❶ >>> age = int(age)
>>> age >= 18
True
```

В этом примере введенный текст `21` интерпретируется как строка, но затем он преобразуется в числовое представление вызовом `int()` в точке ❶. Теперь Python может проверить условие: сравнить переменную `age` (которая теперь содержит числовое значение `21`) с 18. Условие «значение `age` больше или равно 18» выполняется, и результат проверки равен `True`.

Как использовать функцию `int()` в реальной программе? Допустим, программа проверяет рост пользователя и определяет, достаточен ли он для катания на аттракционе:

```
rollercoaster.py
height = input("How tall are you, in inches? ")
height = int(height)
```

```

if height >= 36:
 print("\nYou're tall enough to ride!")
else:
 print("\nYou'll be able to ride when you're a little older.")

```

Программа может сравнить `height` с 36, потому что строка `height = int(height)` преобразует входное значение в число перед проведением сравнения. Если введенное число больше или равно 36, программа сообщает пользователю, что он прошел проверку:

```

How tall are you, in inches? 71
You're tall enough to ride!

```

Если пользователь вводит числовые данные, которые используются в вашей программе для вычислений и сравнений, обязательно преобразуйте введенное значение в его числовой эквивалент.

## Оператор вычисления остатка

При работе с числовыми данными может пригодиться оператор вычисления остатка (%), который делит одно число на другое и возвращает остаток:

```

>>> 4 % 3
1
>>> 5 % 3
2
>>> 6 % 3
0
>>> 7 % 3
1

```

Оператор % не сообщает частное от целочисленного деления; он возвращает только остаток.

Когда одно число нацело делится на другое, остаток равен 0, и оператор % возвращает 0. Например, этот факт может использоваться для проверки четности или нечетности числа:

```

even_or_odd.py
number = input("Enter a number, and I'll tell you if it's even or odd: ")
number = int(number)

if number % 2 == 0:
 print("\nThe number " + str(number) + " is even.")
else:
 print("\nThe number " + str(number) + " is odd.")

```

Четные числа всегда делятся на 2. Следовательно, если остаток от деления на 2 равен 0 (`number % 2 == 0`), число четное, а если нет — нечетное.

```
Enter a number, and I'll tell you if it's even or odd: 42
```

```
The number 42 is even.
```

## Ввод данных в Python 2.7

Если вы работаете с Python 2.7, для запроса данных у пользователя следует использовать функцию `raw_input()`. Эта функция интерпретирует весь ввод как строку — точно так же, как функция `input()` в Python 3.

В Python 2.7 также есть функция `input()`, но эта функция интерпретирует пользовательский ввод как код Python и пытается выполнить его. В лучшем случае Python не сможет интерпретировать введенные данные, и вы получите сообщение об ошибке; в худшем случае будет выполнен код, который вы выполнять не собирались. Итак, в Python 2.7 вместо функции `input()` используется функция `raw_input()`.

### УПРАЖНЕНИЯ

7-1. Прокат машин: напишите программу, которая спрашивает у пользователя, какую машину он хотел бы взять напрокат. Выведите сообщение с введенными данными (например, "Let me see if I can find you a Subaru").

7-2. Заказ стола: напишите программу, которая спрашивает у пользователя, на сколько мест он хочет забронировать стол в ресторане. Если введенное число больше 8, выведите сообщение о том, что пользователю придется подождать. В противном случае сообщите, что стол готов.

7-3. Числа, кратные 10: запросите у пользователя число и сообщите, кратно оно 10 или нет.

## Циклы `while`

Цикл `for` получает коллекцию элементов и выполняет блок кода по одному разу для каждого элемента в коллекции. В отличие от него, цикл `while` продолжает выполняться, пока остается истинным некоторое условие.

### Цикл `while` в действии

Цикл `while` может использоваться для перебора числовой последовательности. Например, следующий цикл считает от 1 до 5:

```
counting.py
current_number = 1
while current_number <= 5:
 print(current_number)
 current_number += 1
```

В первой строке отсчет начинается с 1, для чего `current_number` присваивается значение 1. Далее запускается цикл `while`, который продолжает работать, пока значение `current_number` остается меньшим или равным 5. Код в цикле выводит значение `current_number` и увеличивает его на 1 командой `current_number += 1`. (Оператор `+=` является сокращенной формой записи для `current_number = current_number + 1`.)

Цикл повторяется, пока условие `current_number <= 5` остается истинным. Так как 1 меньше 5, Python выводит 1, а затем увеличивает значение на 1, отчего `current_number` становится равным 2. Так как 2 меньше 5, Python выводит 2 и снова при-

бавляет 1 и т. д. Как только значение `current_number` превысит 5, цикл останавливается, а программа завершается:

```
1
2
3
4
5
```

Очень многие повседневные программы содержат циклы `while`. Например, представьте компьютерную игру: цикл `while` выполняется, пока игра продолжается, и завершается, как только игрок захочет остановить игру. Вряд ли кого-нибудь обрадует, если программа завершает работу преждевременно или продолжает работать, когда ей приказали остановиться, так что циклы `while` весьма полезны.

## Пользователь решает прервать работу программы

Программа `parrot.py` может выполняться, пока пользователь не захочет остановить ее, — для этого большая часть кода заключается в цикл `while`. В программе определяется *признак завершения*, и программа работает, пока пользователь не введет нужное значение:

```
parrot.py
❶ prompt = "\nTell me something, and I will repeat it back to you:"
prompt += "\nEnter 'quit' to end the program."
❷ message = ""
❸ while message != 'quit':
 message = input(prompt)
 print(message)
```

В точке ❶ определяется сообщение, которое объясняет, что у пользователя есть два варианта: ввести сообщение или ввести признак завершения (в данном случае это строка `'quit'`). Затем переменной `message` ❷ присваивается значение, введенное пользователем. В программе переменная `message` инициализируется пустой строкой `" "`, чтобы значение проверялось без ошибок при первом выполнении строки `while`. Когда программа только запускается и выполнение достигает команды `while`, значение `message` необходимо сравнить с `'quit'`, но пользователь еще не вводил никакие данные. Если у Python нет данных для сравнения, продолжение выполнения становится невозможным. Чтобы решить эту проблему, необходимо предоставить `message` исходное значение. И хотя это всего лишь пустая строка, для Python такое значение выглядит вполне осмысленно; программа сможет выполнить сравнение, на котором основана работа цикла `while`. Цикл `while` ❸ выполняется, пока значение `message` не равно `'quit'`.

При первом выполнении цикла `message` содержит пустую строку, и Python входит в цикл. При выполнении команды `message = input(prompt)` Python отображает подсказку и ожидает, пока пользователь введет данные. Эти данные сохраняются в `message` и выводятся командой `print`; после этого Python снова проверяет условие команды `while`. Пока пользователь не введет слово `'quit'`, приглашение будет

выводиться снова и снова, а Python будет ожидать новых данных. При вводе слова 'quit' Python перестает выполнять цикл `while`, а программа завершается:

```
Tell me something, and I will repeat it back to you:
Enter 'quit' to end the program. Hello everyone!
Hello everyone!
```

```
Tell me something, and I will repeat it back to you:
Enter 'quit' to end the program. Hello again.
Hello again.
```

```
Tell me something, and I will repeat it back to you:
Enter 'quit' to end the program. quit
quit
```

Программа работает неплохо, если не считать того, что она выводит слово 'quit', словно оно является обычным сообщением. Простая проверка `if` решает проблему:

```
prompt = "\nTell me something, and I will repeat it back to you:
prompt += "\nEnter 'quit' to end the program. "
message = ""
while message != 'quit':
 message = input(prompt)

 if message != 'quit':
 print(message)
```

Теперь программа проводит проверку перед выводом сообщения и выводит сообщение только в том случае, если оно не совпадает с признаком завершения:

```
Tell me something, and I will repeat it back to you:
Enter 'quit' to end the program. Hello everyone!
Hello everyone!
```

```
Tell me something, and I will repeat it back to you:
Enter 'quit' to end the program. Hello again.
Hello again.
```

```
Tell me something, and I will repeat it back to you:
Enter 'quit' to end the program. quit
```

## Флаги

В предыдущем примере программа выполняла некоторые операции, пока заданное условие оставалось истинным. А что если вы пишете более сложную программу, выполнение которой может прерываться по нескольким разным условиям?

Например, компьютерная игра может завершаться по разным причинам: у игрока кончились все «жизни»; прошло отведенное время; все города, которые он должен был защищать, были уничтожены и т. д. Игра должна завершаться при выполнении любого из этих условий. Попытки проверять все возможные условия в одной команде `while` быстро усложняются и становятся слишком громоздкими.

Если программа должна выполняться только при истинности нескольких условий, определите одну переменную-флаг. Эта переменная сообщает, должна ли программа выполнятся далее. Программу можно написать так, чтобы она продолжала выполнение, если флаг находится в состоянии `True`, и завершалась, если любое из нескольких событий перевело флаг в состояние `False`. В результате в команде `while` достаточно проверить всего одно условие: находится ли флаг в состоянии `True`. Все остальные проверки (которые должны определить, произошло ли событие, переводящее флаг в состояние `False`) удобно организуются в остальном коде. Добавим флаг в программу `parrot.py` из предыдущего раздела. Этот флаг, который мы назовем `active` (хотя переменная может называться как угодно), управляет тем, должно ли продолжаться выполнение программы:

```

prompt = "\nTell me something, and I will repeat it back to you:"
prompt += "\nEnter 'quit' to end the program. "

❶ active = True
❷ while active:
 message = input(prompt)

❸ if message == 'quit':
 active = False
❹ else:
 print(message)

```

В точке ❶ переменной `active` присваивается `True`, чтобы программа начинала работу в активном состоянии. Это присваивание упрощает команду `while`, потому что в самой команде `while` никакие сравнения не выполняются; вся логика реализуется в других частях программы. Пока переменная `active` остается равной `True`, цикл выполняется.

В команде `if` внутри цикла `while` значение `message` проверяется после того, как пользователь введет данные. Если пользователь ввел строку `'quit'` ❸, флаг `active` переходит в состояние `False`, а цикл `while` останавливается. Если пользователь ввел любой текст, кроме `'quit'` ❹, то введенные им данные выводятся как сообщение.

Результаты работы этой программы ничем не отличаются от предыдущего примера, в котором условная проверка выполняется прямо в команде `while`. Но теперь в программе имеется флаг, указывающий, находится ли она в активном состоянии, и вы сможете легко добавить новые проверки (в форме команд `elif`) для событий, с которыми переменная `active` может перейти в состояние `False`. Это может быть удобно в сложных программах — например, в компьютерных играх с многочисленными событиями, каждое из которых может привести к завершению программы. Когда по любому из этих событий флаг `active` переходит в состояние `False`, основной игровой цикл прервется, выводится сообщение о завершении игры, и у игрока появляется возможность сыграть еще раз.

## Команда `break` и выход из цикла

Чтобы немедленно прервать цикл `while` без выполнения оставшегося кода в цикле независимо от состояния условия, используйте команду `break`. Команда `break`

управляет ходом выполнения программы; она позволит вам управлять тем, какая часть кода выполняется, а какая нет.

Рассмотрим пример — программу, которая спрашивает у пользователя, в каких городах он бывал. Чтобы прервать цикл `while`, программа выполняет команду `break`, как только пользователь введет значение '`quit`':

```
cities.py
prompt = "\nPlease enter the name of a city you have visited:"
prompt += "\nEnter 'quit' when you are finished."
❶ while True:
 city = input(prompt)

 if city == 'quit':
 break
 else:
 print("I'd love to go to " + city.title() + "!")
```

Цикл, который начинается с `while True` ❶, будет выполняться бесконечно — если только в нем не будет выполнена команда `break`. Цикл в программе продолжает запрашивать у пользователя названия городов, пока пользователь не введет строку '`quit`'. При вводе строки '`quit`' выполняется команда `break`, по которой Python выходит из цикла:

```
Please enter the name of a city you have visited:
(Enter 'quit' when you are finished.) New York
I'd love to go to New York!
```

```
Please enter the name of a city you have visited:
(Enter 'quit' when you are finished.) San Francisco
I'd love to go to San Francisco!
```

```
Please enter the name of a city you have visited:
(Enter 'quit' when you are finished.) quit
```

#### ПРИМЕЧАНИЕ

Команда `break` может использоваться в любых циклах Python. Например, ее можно включить в цикл `for` для перебора элементов словаря.

### Команда `continue` и продолжение цикла

Вместо того чтобы полностью прерывать выполнение цикла без выполнения оставшейся части кода, вы можете воспользоваться командой `continue` для возвращения к началу цикла и проверке условия. Например, возьмем цикл, который считает от 1 до 10, но выводит только нечетные числа в этом диапазоне:

```
counting.py
current_number = 0
while current_number < 10:
❶ current_number += 1
 if current_number % 2 == 0:
```

```
continue

print(current_number)
```

Сначала переменной `current_number` присваивается 0. Так как значение меньше 10, Python входит в цикл `while`. При входе в цикл счетчик увеличивается на 1 в точке ❶, поэтому `current_number` принимает значение 1. Затем команда `if` проверяет остаток от деления `current_number` на 2. Если остаток равен 0 (это означает, что `current_number` делится на 2), команда `continue` приказывает Python проигнорировать оставшийся код цикла и вернуться к началу. Если счетчик не делится на 2, то оставшаяся часть цикла выполняется, и Python выводит текущее значение счетчика:

```
1
3
5
7
9
```

## Предотвращение зацикливания

У каждого цикла `while` должна быть предусмотрена возможность завершения, чтобы цикл не выполнялся бесконечно. Например, следующий цикл считает от 1 до 5:

```
counting.py

x = 1
while x <= 5:
 print(x)
 x += 1
```

Но если случайно пропустить строку `x += 1` (см. далее), то цикл будет выполнять бесконечно:

```
Бесконечный цикл!
x = 1
while x <= 5:
 print(x)
```

Теперь переменной `x` присваивается начальное значение 1, но это значение никогда не изменяется в программе. В результате проверка условия `x <= 5` всегда дает результат `True`, и цикл `while` выводит бесконечную серию единиц:

```
1
1
1
1
...
...
```

Любой программист время от времени пишет бесконечный цикл, особенно если в программе используются неочевидные условия завершения. Если ваша программа зациклилась, нажмите `Ctrl+C` или просто закройте терминальное окно с выводом программы.

Чтобы избежать зацикливания, тщательно проверьте каждый цикл `while` и убедитесь в том, что цикл прерывается именно тогда, когда предполагается. Если программа должна завершаться при вводе некоторого значения, запустите программу и введите это значение. Если программа не завершилась, проанализируйте обработку значения, которое должно приводить к выходу из цикла. Проверьте, чтобы хотя бы одна часть программы могла привести к тому, что условие цикла станет равно `False` или будет выполнена команда `break`.

### ПРИМЕЧАНИЕ

В некоторых редакторах — например, в Sublime Text — используется встроенное окно вывода. Оно может усложнить прерывание бесконечных циклов; возможно, для выхода из цикла придется закрыть редактор.

### УПРАЖНЕНИЯ

7-4. Дополнения для пиццы: напишите цикл, который предлагает пользователю вводить дополнения для пиццы до тех пор, пока не будет введено значение 'quit'. При вводе каждого дополнения выведите сообщение о том, что это дополнение включено в заказ.

7-5. Билеты в кино: кинотеатр установил несколько вариантов цены на билеты в зависимости от возраста посетителя. Для посетителей младше 3 лет билет бесплатный; в возрасте от 3 до 12 билет стоит \$10; наконец, если возраст посетителя больше 12, билет стоит \$15. Напишите цикл, который предлагает пользователю ввести возраст и выводит цену билета.

7-6. Три выхода: напишите альтернативную версию упражнения 7-4 или упражнения 7-5, в которой каждый пункт следующего списка встречается хотя бы один раз.

- Завершение цикла по проверке условия в команде `while`.
- Управление продолжительностью выполнения цикла в зависимости от переменной `active`.
- Выход из цикла по команде `break`, если пользователь вводит значение 'quit'.

7-7. Бесконечный цикл: напишите цикл, который никогда не завершается, и выполните его. (Чтобы выйти из цикла, нажмите `Ctrl+C` или закройте окно с выводом.)

## Использование цикла `while` со списками и словарями

До настоящего момента мы работали только с одним фрагментом информации, полученной от пользователя. Мы получали ввод пользователя, а затем выводили ответ на него. При следующем проходе цикла `while` программа получала новое входное значение и реагировала на него. Но, чтобы работать с несколькими фрагментами информации, необходимо использовать в циклах `while` списки и словари.

Цикл `for` хорошо подходит для перебора списков, но, скорее всего, список не должен изменяться в цикле, потому что у Python возникнут проблемы с отслеживанием элементов. Чтобы изменять список в процессе обработки, используйте цикл `while`. Использование циклов `while` со списками и словарями позволяет собирать, хранить и упорядочивать большие объемы данных для последующего анализа и обработки.

Возьмем список недавно зарегистрированных, но еще не проверенных пользователей сайта. Как переместить пользователей после проверки в отдельный список

проверенных пользователей? Одно из возможных решений: используем цикл `while` для извлечения пользователей из списка непроверенных, проверяем их и включаем в отдельный список проверенных пользователей. Код может выглядеть так:

```
confirmed_users.py
Начинаем с двух списков: пользователей для проверки
и пустого списка для хранения проверенных пользователей.
❶ unconfirmed_users = ['alice', 'brian', 'candace']
confirmed_users = []

Проверяем каждого пользователя, пока остаются непроверенные
пользователи. Каждый пользователь, прошедший проверку,
перемещается в список проверенных.
❷ while unconfirmed_users:
❸ current_user = unconfirmed_users.pop()

 print("Verifying user: " + current_user.title())
❹ confirmed_users.append(current_user)

Вывод всех проверенных пользователей.
print("\nThe following users have been confirmed:")
for confirmed_user in confirmed_users:
 print(confirmed_user.title())
```

Работа программы начинается с двух списков: непроверенных пользователей ❶ и пустого списка для проверенных пользователей. Цикл `while` в точке ❷ выполняется, пока в списке `unconfirmed_users` остаются элементы. Внутри этого списка функция `pop()` в точке ❸ извлекает очередного непроверенного пользователя с конца списка `unconfirmed_users`. В данном примере список `unconfirmed_users` завершается пользователем `Candace`; это имя первым извлекается из списка, сохраняется в `current_user` и добавляется в список `confirmed_users` в точке ❹. Далее следуют пользователи `Brian` и `Alice`.

Программа моделирует проверку каждого пользователя выводом сообщения, после чего переносит пользователя в список проверенных. По мере сокращения списка непроверенных пользователей список проверенных пользователей растет. Когда в списке непроверенных пользователей не остается ни одного элемента, цикл останавливается, и выводится список проверенных пользователей:

```
Verifying user: Candace
Verifying user: Brian
Verifying user: Alice

The following users have been confirmed:
Candace
Brian
Alice
```

## Удаление всех вхождений конкретного значения из списка

В главе 3 функция `remove()` использовалась для удаления конкретного значения из списка. Функция `remove()` работала, потому что интересующее нас значение

встречалось в списке только один раз. Но что если вы захотите удалить все вхождения значения из списка?

Допустим, имеется список `pets`, в котором значение `'cat'` встречается многократно. Чтобы удалить все экземпляры этого значения, можно выполнять цикл `while` до тех пор, пока в списке не останется ни одного экземпляра `'cat'`:

```
pets.py
pets = ['dog', 'cat', 'dog', 'goldfish', 'cat', 'rabbit', 'cat']
print(pets)

while 'cat' in pets:
 pets.remove('cat')

print(pets)
```

Программа начинает со списка, содержащего множественные экземпляры `'cat'`. После вывода списка Python входит в цикл `while`, потому что значение `'cat'` существует в списке хотя бы в одном экземпляре. После входа цикл Python удаляет первое вхождение `'cat'`, возвращается к строке `while`, а затем обнаруживает, что экземпляры `'cat'` все еще присутствуют в списке, и проходит цикл заново. Вхождения `'cat'` удаляются до тех пор, пока не окажется, что в списке значений `'cat'` не осталось; в этот момент Python завершает цикл и выводит список заново:

```
['dog', 'cat', 'dog', 'goldfish', 'cat', 'rabbit', 'cat']
['dog', 'dog', 'goldfish', 'rabbit']
```

## Заполнение словаря данными, введенными пользователем

При каждом проходе цикла `while` ваша программа может запрашивать любое необходимое количество данных. Напишем программу, которая при каждом проходе цикла запрашивает имя участника и его ответ. Собранные данные будут сохраняться в словаре, потому что каждый ответ должен быть связан с конкретным пользователем:

```
mountain_poll.py
responses = {}

Установка флага продолжения опроса.
polling_active = True

while polling_active:
 # Запрос имени и ответа пользователя.
❶ name = input("\nWhat is your name? ")
 response = input("Which mountain would you like to climb someday? ")

 # Ответ сохраняется в словаре:
❷ responses[name] = response

 # Проверка продолжения опроса.
```

```

❶ repeat = input("Would you like to let another person respond? (yes/ no) ")
if repeat == 'no':
 polling_active = False

Опрос завершен, вывести результаты.
print("\n--- Poll Results ---")
❷ for name, response in responses.items():
 print(name + " would like to climb " + response + ".")

```

Сначала программа определяет пустой словарь (`responses`) и устанавливает флаг (`polling_active`), показывающий, что опрос продолжается. Пока `polling_active` содержит `True`, Python будет выполнять код в цикле `while`.

В цикле пользователю предлагается ввести имя и название горы, на которую ему хотелось бы подняться ❶. Эта информация сохраняется в словаре `responses` в строке ❷, после чего программа спрашивает у пользователя, нужно ли продолжать опрос ❸. Если пользователь отвечает положительно, то программа снова входит в цикл `while`. Если же ответ отрицателен, флаг `polling_active` переходит в состояние `False`, цикл `while` перестает выполняться, и завершающий блок кода ❹ выводит результаты опроса.

Если вы запустите эту программу и введете пару ответов, результат будет выглядеть примерно так:

```

What is your name? Eric
Which mountain would you like to climb someday? Denali
Would you like to let another person respond? (yes/ no) yes

What is your name? Lynn
Which mountain would you like to climb someday? Devil's Thumb
Would you like to let another person respond? (yes/ no) no

--- Poll Results ---
Lynn would like to climb Devil's Thumb.
Eric would like to climb Denali.

```

## УПРАЖНЕНИЯ

7-8. Сэндвичи: создайте список с именем `sandwich_orders`, заполните его названиями различных видов сэндвичей. Создайте пустой список с именем `finished_sandwiches`. В цикле переберите элементы первого списка и выведите сообщение для каждого элемента (например, «I made your tuna sandwich»). После этого каждый сэндвич из первого списка перемещается в список `finished_sandwiches`. После того как все элементы первого списка будут обработаны, выведите сообщение с перечислением всех изготовленных сэндвичей.

7-9. Без пастрами: используя список `sandwich_orders` из упражнения 7-8, проследите за тем, чтобы значение 'pastrami' встречалось в списке как минимум три раза. Добавьте в начало программы код для вывода сообщения о том, что пастрами больше нет, и напишите цикл `while` для удаления всех вхождений 'pastrami' из `sandwich_orders`. Убедитесь в том, что в `finished_sandwiches` значение 'pastrami' не встречается ни одного раза.

7-10. Отпуск мечты: напишите программу, которая опрашивает пользователей, где бы они хотели провести отпуск. Включите блок кода для вывода результатов опроса.

## ИТОГИ

В этой главе вы научились использовать `input()` для того, чтобы пользователи могли вводить собственную информацию в своих программах. Вы научились работать с числовыми и текстовыми данными, а также управлять продолжительностью выполнения своих программ с помощью циклов `while`. Также мы рассмотрели несколько способов управления циклами `while`: установку флага, команду `break` и команду `continue`. Вы узнали, как использовать цикл `while` для перемещения элементов из одного списка в другой и как удалить все вхождения некоторого значения из списка. Также были рассмотрены возможности применения циклов `while` со словарями.

Глава 8 посвящена функциям. Функции позволяют разделить программу на меньшие части, каждая из которых решает одну конкретную задачу. Функции можно хранить в отдельных файлах и вызывать их столько раз, сколько потребуется. Благодаря функциям вы сможете писать более эффективный код, более простой в отладке и сопровождении, который к тому же можно повторно использовать в разных программах.

# 8 ФУНКЦИИ

Эта глава посвящена *функциям* — именованным блокам кода, предназначенным для решения одной конкретной задачи. Чтобы выполнить задачу, определенную в виде функции, вы указываете имя функции, отвечающей за эту задачу. Если задача должна многократно выполняться в программе, вам не придется заново вводить весь необходимый код; просто вызовите функцию, предназначенную для решения задачи, и этот вызов приказывает Python выполнить код, содержащийся внутри функции. Как вы вскоре убедитесь, использование функций упрощает чтение, написание, тестирование кода и исправление ошибок.

В этой главе также рассматриваются возможности передачи информации функциям. Вы узнаете, как писать функции, основной задачей которых является вывод информации, и другие функции, предназначенные для обработки данных и возвращения значения (или набора значений.) Наконец, вы научитесь хранить функции в отдельных файлах, называемых *модулями*, для упорядочения файлов основной программы.

## Определение функции

Вот простая функция `greet_user()`, которая выводит приветствие:

```
greeter.py
❶ def greet_user():
❷ """Выводит простое приветствие."""
❸ print("Hello!")

❹ greet_user()
```

В этом примере представлена простейшая структура функции. Стока ❶ при помощи ключевого слова `def` сообщает Python, что вы определяете функцию. В *определении функции* указывается имя функции и, если нужно, описание информации, необходимой функции для решения ее задачи. Эта информация заключается в круглые скобки. В данном примере функции присвоено имя `greet_user()`, и она не нуждается в дополнительной информации для решения своей задачи, поэтому круглые скобки пусты. (Впрочем, даже в этом случае они обязательны.) Наконец, определение завершается двоеточием.

Все строки с отступами, следующие за `def greet_user():`, образуют *тело функции*. Текст в точке ❷ представляет собой комментарий — *строку документации*.

с описанием функции. Строки документации заключаются в утроенные кавычки; Python опознает их по этой последовательности символов во время генерирования документации к функциям в ваших программах.

«Настоящий» код в теле этой функции состоит всего из одной строки `print("Hello!")` — см. ❸. Таким образом, функция `greet_user()` решает всего одну задачу: выполнение команды `print("Hello!")`.

Когда потребуется использовать эту функцию, вызовите ее. Вызов функции приказывает Python выполнить содержащийся в ней код. Чтобы вызвать функцию, укажите ее имя, за которым следует вся необходимая информация, заключенная в круглые скобки, как показано в строке ❹. Так как никакая дополнительная информация не нужна, вызов функции эквивалентен простому выполнению команды `greet_user()`. Как и ожидалось, функция выводит сообщение `Hello!`:

```
Hello!
```

## Передача информации функции

С небольшими изменениями функция `greet_user()` сможет не только сказать «Привет!» пользователю, но и поприветствовать его по имени. Для этого следует включить имя `username` в круглых скобках в определение функции `def greet_user()`. С добавлением `username` функция примет любое значение, которое будет заключено в скобки при вызове. Теперь функция ожидает, что при каждом вызове будет передаваться имя пользователя. При вызове `greet_user()` укажите имя (например, '`jesse`') в круглых скобках:

```
def greet_user(username):
 """Выводит простое приветствие."""
 print("Hello, " + username.title() + "!")

greet_user('jesse')
```

Команда `greet_user('jesse')` вызывает функцию `greet_user()` и передает ей информацию, необходимую для выполнения команды `print`. Функция получает переданное имя и выводит приветствие для этого имени:

```
Hello, Jesse!
```

Точно так же команда `greet_user('sarah')` вызывает функцию `greet_user()` и передает ей строку '`sarah`', что приводит к выводу сообщения `Hello, Sarah!` Функцию `greet_user()` можно вызвать сколько угодно раз и передать ей любое имя на ваше усмотрение — и вы будете получать ожидаемый результат.

## Аргументы и параметры

Функция `greet_user()` определена так, что для работы она должна получить значение переменной `username`. После того как функция будет вызвана и получит необходимую информацию (имя пользователя), она выведет правильное приветствие.

Переменная `username` в определении `greet_user()` — *параметр*, то есть условные данные, необходимые функции для выполнения ее работы. Значение '`jesse`' в `greet_user('jesse')` — *аргумент*, то есть конкретная информация, переданная при вызове функции. Вызывая функцию, вы заключаете значение, с которым функция должна работать, в круглые скобки. В данном случае аргумент '`jesse`' был передан функции `greet_user()`, а его значение было сохранено в переменной `username`.

### ПРИМЕЧАНИЕ

Иногда в литературе термины «аргумент» и «параметр» используются как синонимы. Не удивляйтесь, если переменные в определении функции вдруг будут названы аргументами, а значения, переданные при вызове функции, — параметрами.

### УПРАЖНЕНИЯ

- 8-1. Сообщение: напишите функцию `display_message()` для вывода сообщения по теме, рассматриваемой в этой главе. Вызовите функцию и убедитесь в том, что сообщение выводится правильно.
- 8-2. Любимая книга: напишите функцию `favorite_book()`, которая получает один параметр `title`. Функция должна выводить сообщение вида «One of my favorite books is Alice in Wonderland». Вызовите функцию и убедитесь в том, что название книги правильно передается как аргумент при вызове функции.

## Передача аргументов

Определение функции может иметь несколько параметров, и может оказаться, что при вызове функции должны передаваться несколько аргументов. Существуют несколько способов передачи аргументов функциям. *Позиционные аргументы* перечисляются в порядке, точно соответствующем порядку записи параметров; *именованные аргументы* состоят из имени переменной и значения; наконец, существуют списки и словари значений. Рассмотрим все эти способы.

### Позиционные аргументы

При вызове функции каждому аргументу должен быть поставлен в соответствие параметр в определении функции. Проще всего сделать это на основании порядка перечисления аргументов. Значения, связываемые с аргументами подобным образом, называются *позиционными аргументами*.

Чтобы понять, как работает эта схема, рассмотрим функцию для вывода информации о домашних животных. Функция сообщает тип животного и его имя:

```
pets.py
❶ def describe_pet(animal_type, pet_name):
 """Выводит информацию о животном."""
 print("\nI have a " + animal_type + ".")
 print("My " + animal_type + "'s name is " + pet_name.title() + ".")
❷ describe_pet('hamster', 'harry')
```

Из определения ❶ видно, что функции должен передаваться тип животного (`animal_type`) и его имя (`pet_name`). При вызове `describe_pet()` необходимо передать тип и имя — именно в таком порядке. В этом примере аргумент '`hamster`' сохраняется в параметре `animal_type`, а аргумент '`harry`' сохраняется в параметре `pet_name` ❷. В теле функции эти два параметра используются для вывода информации:

```
I have a hamster.
My hamster's name is Harry.
```

## Многократные вызовы функций

Функция может вызываться в программе столько раз, сколько потребуется. Для вывода информации о другом животном достаточно одного вызова `describe_pet()`:

```
def describe_pet(animal_type, pet_name):
 """Выводит информацию о животном."""
 print("\nI have a " + animal_type + ".")
 print("My " + animal_type + "'s name is " + pet_name.title() + ".")

describe_pet('hamster', 'harry')
describe_pet('dog', 'willie')
```

Во втором вызове функции `describe_pet()` передаются аргументы '`dog`' и '`willie`'. По аналогии с предыдущей парой аргументов Python сопоставляет аргумент '`dog`' с параметром `animal_type`, а аргумент '`willie`' с параметром `pet_name`.

Как и в предыдущем случае, функция выполняет свою задачу, но на этот раз выводятся другие значения:

```
I have a hamster.
My hamster's name is Harry.

I have a dog.
My dog's name is Willie.
```

Многократный вызов функции — чрезвычайно эффективный способ работы. Код вывода информации о домашнем животном пишется один раз в функции. Каждый раз, когда вы захотите вывести информацию о новом животном, вы вызываете функцию с данными нового животного. Даже если код вывода информации разрастется до 10 строк, вы все равно сможете вывести информацию всего одной командой — для этого достаточно снова вызвать функцию.

Функция может иметь любое количество позиционных аргументов. При вызове функции Python перебирает аргументы, приведенные в вызове, и сопоставляет каждый аргумент с соответствующим параметром из определения функции.

## О важности порядка позиционных аргументов

Если нарушить порядок следования аргументов в вызове при использовании позиционных аргументов, возможны неожиданные результаты:

```
def describe_pet(animal_type, pet_name):
 """Выводит информацию о животном."""
```

```

print("\nI have a " + animal_type + ".")
print("My " + animal_type + "'s name is " + pet_name.title() + ".")

describe_pet('harry', 'hamster')

```

В этом вызове функции сначала передается имя, а потом тип животного. Так как аргумент `'harry'` находится в первой позиции, значение сохраняется в параметре `animal_type`, а аргумент `'hamster'` сохраняется в `pet_name`. На этот раз вывод получается бессмысленным:

```

I have a harry.
My harry's name is Hamster.

```

Если вы получили подобные странные результаты, проверьте, соответствует ли порядок следования аргументов в вызове функции порядку параметров в ее определении.

## Именованные аргументы

*Именованный аргумент* представляет собой пару «имя—значение», передаваемую функции. Имя и значение связываются с аргументом напрямую, так что при передаче аргумента путаница с порядком исключается. Именованные аргументы избавляют от хлопот с порядком аргументов при вызове функции, а также проясняют роль каждого значения в вызове функции.

Перепишем программу `pets.py` с использованием именованных аргументов при вызове `describe_pet()`:

```

def describe_pet(animal_type, pet_name):
 """Выводит информацию о животном."""
 print("\nI have a " + animal_type + ".")
 print("My " + animal_type + "'s name is " + pet_name.title() + ".")

describe_pet(animal_type='hamster', pet_name='harry')

```

Функция `describe_pet()` не изменилась. Однако на этот раз при вызове функции мы явно сообщаем Python, с каким параметром должен быть связан каждый аргумент. При обработке вызова функции Python знает, что аргумент `'hamster'` должен быть сохранен в параметре `animal_type`, а аргумент `'harry'` в параметре `pet_name`.

Порядок следования именованных аргументов в данном случае не важен, потому что Python знает, где должно храниться каждое значение. Следующие два вызова функции эквивалентны:

```

describe_pet(animal_type='hamster', pet_name='harry')
describe_pet(pet_name='harry', animal_type='hamster')

```

## ПРИМЕЧАНИЕ

При использовании именованных аргументов будьте внимательны — имена должны точно совпадать с именами параметров из определения функции.

## Значения по умолчанию

Для каждого параметра вашей функции можно определить значение по умолчанию. Если при вызове функции передается аргумент, соответствующий данному параметру, Python использует значение аргумента, а если нет — использует значение по умолчанию. Таким образом, если для параметра определено значение по умолчанию, вы можете опустить соответствующий аргумент, который обычно включается в вызов функции. Значения по умолчанию упрощают вызовы функций и проясняют типичные способы использования функций.

Например, если вы заметили, что большинство вызовов `describe_pet()` используется для описания собак, задайте `animal_type` значение по умолчанию `'dog'`. Теперь в любом вызове `describe_pet()` для собаки эту информацию можно опустить:

```
def describe_pet(pet_name, animal_type='dog'):
 """Выводит информацию о животном."""
 print("\nI have a " + animal_type + ".")
 print("My " + animal_type + "'s name is " + pet_name.title() + ".")
```

`describe_pet(pet_name='willie')`

Мы изменили определение `describe_pet()` и включили для параметра `animal_type` значение по умолчанию `'dog'`. Если теперь функция будет вызвана без указания `animal_type`, Python знает, что для этого параметра следует использовать значение `'dog'`:

```
I have a dog.
My dog's name is Willie.
```

Обратите внимание: в определении функции пришлось изменить порядок параметров. Так как благодаря значению по умолчанию указывать аргумент с типом животного не обязательно, единственным оставшимся аргументом в вызове функции остается имя домашнего животного. Python интерпретирует его как позиционный аргумент, и если функция вызывается только с именем животного, этот аргумент ставится в соответствие с первым параметром в определении функции. Именно по этой причине имя животного должно быть первым параметром.

В простейшем варианте использования этой функции при вызове передается только имя собаки:

```
describe_pet('willie')
```

Вызов функции выводит тот же результат, что и в предыдущем примере. Единственный переданный аргумент `'willie'` ставится в соответствие с первым параметром в определении, `pet_name`. Так как для `animal_type` аргумент не указан, Python использует значение по умолчанию `'dog'`. Для вывода информации о любом другом животном, кроме собаки, используется вызов функции следующего вида:

```
describe_pet(pet_name='harry', animal_type='hamster')
```

Так как аргумент для параметра `animal_type` задан явно, Python игнорирует значение параметра по умолчанию.

**ПРИМЕЧАНИЕ**

Если вы используете значения по умолчанию, все параметры со значением по умолчанию должны следовать после параметров, у которых значений по умолчанию нет. Это необходимо для того, чтобы Python правильно интерпретировал позиционные аргументы.

**Эквивалентные вызовы функций**

Так как позиционные аргументы, именованные аргументы и значения по умолчанию могут использоваться одновременно, часто существуют несколько эквивалентных способов вызова функций. Возьмем оператор `describe_pets()` с одним значением по умолчанию:

```
def describe_pet(pet_name, animal_type='dog'):
```

При таком определении аргумент для параметра `pet_name` должен задаваться в любом случае, но это значение может передаваться как в позиционном, так и в именованном формате. Если описываемое животное не является собакой, то аргумент `animal_type` тоже должен быть включен в вызов, и этот аргумент тоже может быть задан как в позиционном, так и в именованном формате.

Все следующие вызовы являются допустимыми для данной функции:

```
describe_pet('willie')
describe_pet(pet_name='willie')

describe_pet('harry', 'hamster')
describe_pet(pet_name='harry', animal_type='hamster')
describe_pet(animal_type='hamster', pet_name='harry')
```

Все вызовы функции выдадут такой же результат, как и в предыдущих примерах.

**ПРИМЕЧАНИЕ**

На самом деле не так важно, какой стиль вызова вы используете. Если ваша функция выдает нужный результат, выберите тот стиль, который вам кажется более понятным.

**Предотвращение ошибок в аргументах**

Не удивляйтесь, если на первых порах вашей работы с функциями будут встречаться ошибки несоответствия аргументов. Такие ошибки происходят в том случае, если вы передали меньше или больше аргументов, чем необходимо функции для выполнения ее работы. Например, вот что произойдет при попытке вызвать `describe_pet()` без аргументов:

```
def describe_pet(animal_type, pet_name):
 """Выводит информацию о животном."""
 print("\nI have a " + animal_type + ".")
 print("My " + animal_type + "'s name is " + pet_name.title() + ".")
```

```
describe_pet()
```

Python понимает, что при вызове функции часть информации отсутствует, и мы видим это в данных трассировки:

```
Traceback (most recent call last):
❶ File "pets.py", line 6, in <module>
❷ describe_pet()
❸ TypeError: describe_pet() missing 2 required positional arguments:
 'animal_
 type' and 'pet_name'
```

В точке ❶ сообщается местонахождение проблемы, чтобы вы поняли, что с вызовом функции что-то пошло не так. В точке ❷ приводится вызов функции, приведший к ошибке. В точке ❸ Python сообщает, что при вызове пропущены два аргумента, и сообщает имена этих аргументов. Если бы функция размещалась в отдельном файле, вероятно, вы смогли бы исправить вызов, и вам не пришлось бы открывать этот файл и читать код функции.

Python помогает еще и тем, что он читает код функции и сообщает имена аргументов, которые необходимо передать при вызове. Это еще одна причина для того, чтобы присваивать переменным и функциям содержательные имена. В этом случае сообщения об ошибках Python принесут больше пользы как вам, так и любому другому разработчику, который будет использовать ваш код.

Если при вызове будут переданы лишние аргументы, вы получите похожую трассировку, которая поможет привести вызов функции в соответствие с ее определением.

### УПРАЖНЕНИЯ

8-3. Футболка: напишите функцию `make_shirt()`, которая получает размер футболки и текст, который должен быть напечатан на ней. Функция должна выводить сообщение с размером и текстом. Вызовите функцию с использованием позиционных аргументов. Вызовите функцию во второй раз с использованием именованных аргументов.

8-4. Большие футболки: измените функцию `make_shirt()`, чтобы футболки по умолчанию имели размер L, и на них выводился текст «I love Python.». Создайте футболку с размером L и текстом по умолчанию, а также футболку любого размера с другим текстом.

8-5. Города: напишите функцию `describe_city()`, которая получает названия города и страны. Функция должна выводить простое сообщение (например, «Reykjavík is in Iceland»). Задайте параметру страны значение по умолчанию. Вызовите свою функцию для трех разных городов, по крайней мере один из которых не находится в стране по умолчанию.

## Возвращаемое значение

Функция не обязана выводить результаты своей работы. Вместо этого она может обработать данные, а затем вернуть значение или набор сообщений. Значение, возвращаемое функцией, называется *возвр щ емым зн чением*. Команда `return` передает значение из функции в строку, в которой эта функция была вызвана. Возвращаемые значения помогают переместить большую часть рутинной работы в вашей программе в функции, чтобы упростить основной код программы.

## Возвращение простого значения

Рассмотрим функцию, которая получает имя и фамилию и возвращает аккуратно отформатированное полное имя:

```
formatted_name.py
❶ def get_formatted_name(first_name, last_name):
 """Возвращает аккуратно отформатированное полное имя."""
❷ full_name = first_name + ' ' + last_name
❸ return full_name.title()
❹ musician = get_formatted_name('jimi', 'hendrix')
print(musician)
```

Определение `get_formatted_name()` получает в параметрах имя и фамилию ❶. Функция объединяет эти два имени, добавляет между ними пробел и сохраняет результат в `full_name` ❷. Значение `full_name` преобразуется в формат с начальной буквой верхнего регистра, а затем возвращается в точку вызова ❸.

Вызывая функцию, которая возвращает значение, необходимо предоставить переменную, в которой должно храниться возвращаемое значение. В данном случае возвращаемое значение сохраняется в переменной `musician` ❹. Результат содержит аккуратно отформатированное полное имя, построенное из имени и фамилии:

```
Jimi Hendrix
```

Может показаться, что все эти хлопоты излишни — с таким же успехом можно было использовать команду:

```
print("Jimi Hendrix")
```

Но если представить, что вы пишете большую программу, в которой многочисленные имена и фамилии должны храниться по отдельности, такие функции, как `get_formatted_name()`, становятся чрезвычайно полезными. Вы храните имена отдельно от фамилий, а затем вызываете функцию везде, где потребуется вывести полное имя.

## Необязательные аргументы

Иногда бывает удобно сделать аргумент необязательным, чтобы разработчик, использующий функцию, мог передать дополнительную информацию только в том случае, если он этого захочет. Чтобы сделать аргумент необязательным, можно воспользоваться значением по умолчанию. Допустим, вы захотели расширить функцию `get_formatted_name()`, чтобы она также работала и со вторыми именами. Первая попытка могла бы выглядеть так:

```
def get_formatted_name(first_name, middle_name, last_name):
 """Возвращает аккуратно отформатированное полное имя."""
 full_name = first_name + ' ' + middle_name + ' ' + last_name
 return full_name.title()

musician = get_formatted_name('john', 'lee', 'hooker')
print(musician)
```

Функция работает при получении имени, второго имени и фамилии. Она получает все три части имени, а затем строит из них строку. Функция добавляет пробелы там, где это уместно, и преобразует полное имя в формат с капитализацией:

John Lee Hooker

Однако вторые имена нужны не всегда, а в такой записи функция не будет работать, если при вызове ей передаются только имя и фамилия. Чтобы средний аргумент был необязательным, можно присвоить аргументу `middle_name` пустое значение по умолчанию; этот аргумент игнорируется, если пользователь не передал для него значение. Чтобы функция `get_formatted_name()` работала без второго имени, следует назначить для параметра `middle_name` пустую строку значением по умолчанию и переместить его в конец списка параметров:

```
❶ def get_formatted_name(first_name, last_name, middle_name=''):
 """Возвращает аккуратно отформатированное полное имя."""
❷ if middle_name:
 full_name = first_name + ' ' + middle_name + ' ' + last_
 name
❸ else:
 full_name = first_name + ' ' + last_name
 return full_name.title()

musician = get_formatted_name('jimi', 'hendrix')
print(musician)

❹ musician = get_formatted_name('john', 'hooker', 'lee')
print(musician)
```

В этом примере имя строится из трех возможных частей. Поскольку имя и фамилия указываются всегда, эти параметры стоят в начале списка в определении функции. Второе имя не обязательно, поэтому оно находится на последнем месте в определении, а его значением по умолчанию является пустая строка ❶.

В теле функции мы сначала проверяем, было ли задано второе имя. Python интерпретирует непустые строки как истинное значение, и, если при вызове задан аргумент второго имени, `middle_name` дает результат `True` ❷. Если второе имя указано, то из имени, второго имени и фамилии строится полное имя. Затем имя преобразуется с капитализацией символов и возвращается в строку вызова функции, где оно сохраняется в переменной `musician` и выводится. Если второе имя не указано, то пустая строка не проходит проверку `if` и выполняет блок `else` ❸. В этом случае полное имя строится только из имени и фамилии, и отформатированное имя возвращается в строку вызова, где оно сохраняется в переменной `musician` и выводится.

Вызов этой функции с именем и фамилией достаточно тривиален. Но при использовании второго имени придется проследить за тем, чтобы второе имя было последним из передаваемых аргументов. Это необходимо для правильного связывания позиционных аргументов в строке ❹.

Обновленная версия этой функции подойдет как для людей, у которых задается только имя и фамилия, так и для людей со вторым именем:

```
Jimi Hendrix
John Lee Hooker
```

Необязательные значения позволяют функциям работать в максимально широком спектре сценариев использования без усложнения вызовов.

## Возвращение словаря

Функция может вернуть любое значение, нужное вам, в том числе и более сложную структуру данных (например, список или словарь). Так, следующая функция получает части имени и возвращает словарь, представляющий человека:

```
person.py
def build_person(first_name, last_name):
 """Возвращает словарь с информацией о человеке."""
❶ person = {'first': first_name, 'last': last_name}
❷ return person

❸ musician = build_person('jimi', 'hendrix')
❹ print(musician)
```

Функция `build_person()` получает имя и фамилию и сохраняет полученные значения в словаре в точке ❶. Значение `first_name` сохраняется с ключом '`first`', а значение `last_name` — с ключом '`last`'. Весь словарь с описанием человека возвращается в точке ❷. Возвращаемое значение выводится в точке ❸ с двумя исходными фрагментами текстовой информации, теперь хранящимися в словаре:

```
{'first': 'jimi', 'last': 'hendrix'}
```

Функция получает простую текстовую информацию и помещает ее в более удобную структуру данных, которая позволяет работать с информацией (помимо простого вывода). Строки '`jimi`' и '`hendrix`' теперь помечены как имя и фамилия. Функцию можно легко расширить так, чтобы она принимала дополнительные значения: — второе имя, возраст, профессию или любую другую информацию о человеке, которую вы хотите сохранить. Например, следующее изменение позволяет также сохранить возраст человека:

```
def build_person(first_name, last_name, age=''):
 """Возвращает словарь с информацией о человеке."""
 person = {'first': first_name, 'last': last_name}
 if age:
 person['age'] = age
 return person

musician = build_person('jimi', 'hendrix', age=27)
print(musician)
```

В определение функции добавляется новый необязательный параметр `age`, которому назначается пустое значение по умолчанию. Если вызов функции включает значение этого параметра, то значение сохраняется в словаре. Функция всегда сохраняет имя, но ее также можно модифицировать, чтобы она сохраняла любую необходимую информацию о человеке.

## Использование функции в цикле while

Функции могут использоваться со всеми структурами Python, уже известными вам. Например, используем функцию `get_formatted_name()` в цикле `while`, чтобы поприветствовать пользователей более официально. Первая версия программы, приветствующей пользователей по имени и фамилии, может выглядеть так:

```
greeter.py
def get_formatted_name(first_name, last_name):
 """Возвращает аккуратно отформатированное полное имя."""
 full_name = first_name + ' ' + last_name
 return full_name.title()

Бесконечный цикл!
while True:
❶ print("\nPlease tell me your name:")
 f_name = input("First name: ")
 l_name = input("Last name: ")

 formatted_name = get_formatted_name(f_name, l_name)
 print("\nHello, " + formatted_name + "!")
```

В этом примере используется простая версия `get_formatted_name()`, без вторых имен. В цикле `while` ❶ имя и фамилия пользователя запрашиваются по отдельности.

Но у этого цикла `while` есть один недостаток: в нем не определено условие завершения. Где следует разместить условие завершения при запросе серии данных? Пользователю нужно предоставить возможность выйти из цикла как можно раньше, так что в приглашении должен содержаться способ завершения. Команда `break` позволяет немедленно прервать цикл при запросе любого из компонентов:

```
def get_formatted_name(first_name, last_name):
 """Возвращает аккуратно отформатированное полное имя."""
 full_name = first_name + ' ' + last_name
 return full_name.title()

while True:
 print("\nPlease tell me your name:")
 print("(enter 'q' at any time to quit)")

 f_name = input("First name: ")
 if f_name == 'q':
 break

 l_name = input("Last name: ")
 if l_name == 'q':
 break

 formatted_name = get_formatted_name(f_name, l_name)
 print("\nHello, " + formatted_name + "!")
```

В программу добавляется сообщение, которое объясняет пользователю, как завершить ввод данных, и при вводе признака завершения в любом из приглашений

цикл прерывается. Теперь программа будет приветствовать пользователя до тех пор, пока вместо имени или фамилии не будет введен символ 'q':

```
Please tell me your name:
(enter 'q' at any time to quit)
First name: eric
Last name: matthes
```

Hello, Eric Matthes!

```
Please tell me your name:
(enter 'q' at any time to quit)
First name: q
```

### УПРАЖНЕНИЯ

8-6. Названия городов: напишите функцию `city_country()`, которая получает название города и страну. Функция должна возвращать строку в формате "Santiago, Chile". Вызовите свою функцию по крайней мере для трех пар «город—страна» и выведите возвращенное значение.

8-7. Альбом: напишите функцию `make_album()`, которая строит словарь с описанием музыкального альбома. Функция должна получать имя исполнителя и название альбома и возвращать словарь, содержащий эти два вида информации. Используйте функцию для создания трех словарей, представляющих разные альбомы. Выведите все возвращаемые значения, чтобы показать, что информация правильно сохраняется во всех трех словарях.

Добавьте в `make_album()` дополнительный параметр для сохранения количества дорожек в альбоме. Если в строку вызова включено значение количества дорожек, добавьте это значение в словарь альбома. Создайте как минимум один новый вызов функции с передачей количества дорожек в альбоме.

8-8. Пользовательские альбомы: начните с программы из упражнения 8-7. Напишите цикл `while`, в котором пользователь вводит исполнителя и название альбома. Затем в цикле вызывается функция `make_album()` для введенных пользователей и выводится созданный словарь. Не забудьте предусмотреть признак завершения в цикле `while`.

## Передача списка

Часто при вызове функции удобно передать список — имен, чисел или более сложных объектов (например, словарей). При передаче списка функция получает прямой доступ ко всему его содержимому. Мы воспользуемся функциями для того, чтобы сделать работу со списком более эффективной.

Допустим, вы хотите вывести приветствие для каждого пользователя из списка. В следующем примере список имен передается функции `greet_users()`, которая выводит приветствие для каждого пользователя по отдельности:

```
greet_users.py
def greet_users(names):
 """Вывод простого приветствия для каждого пользователя в списке."""
 for name in names:
 msg = "Hello, " + name.title() + "!"
 print(msg)
```

```
❶ usernames = ['hannah', 'ty', 'margot']
greet_users(usernames)
```

В соответствии со своим определением функция `greet_users()` рассчитывает получить список имен, который сохраняется в параметре `names`. Функция перебирает полученный список и выводит приветствие для каждого пользователя. В точке ❶ мы определяем список пользователей `usernames`, который затем передается `greet_users()` в вызове функции:

```
Hello, Hannah!
Hello, Ty!
Hello, Margot!
```

Результат выглядит именно так, как ожидалось. Каждый пользователь получает персональное сообщение, и эту функцию можно вызвать для каждого нового набора пользователей.

## Изменение списка в функции

Если вы передаете список функции, код функции сможет изменить список. Все изменения, внесенные в список в теле функции, закрепляются, что позволяет эффективно работать со списком даже при больших объемах данных.

Допустим, компания печатает на 3D-принтере модели, предоставленные пользователем. Проекты хранятся в списке, а после печати перемещаются в отдельный список. В следующем примере приведена реализация, не использующая функции:

```
printing_models.py
Список моделей, которые необходимо напечатать.
unprinted_designs = ['iphone case', 'robot pendant', 'dodecahedron']
completed_models = []

Цикл последовательно печатает каждую модель до конца списка.
После печати каждая модель перемещается в список completed_models.
while unprinted_designs:
 current_design = unprinted_designs.pop()
 # Печать модели на 3D-принтере.
 print("Printing model: " + current_design)
 completed_models.append(current_design)

Вывод всех готовых моделей.
print("\nThe following models have been printed:")
for completed_model in completed_models:
 print(completed_model)
```

В начале программы создается список моделей и пустой список `completed_models`, в который каждая модель перемещается после печати. Пока в `unprinted_designs` остаются модели, цикл `while` имитирует печать каждой модели: модель удаляется с конца списка, сохраняется в `current_design`, а пользователь получает сообщение о том, что текущая модель была напечатана. Затем модель перемещается в список напечатанных. После завершения цикла выводится список напечатанных моделей:

```

Printing model: dodecahedron
Printing model: robot pendant
Printing model: iphone case

The following models have been printed:
dodecahedron
robot pendant
iphone case

```

Мы можем изменить структуру этого кода: для этого следует написать две функции, каждая из которых решает одну конкретную задачу. Большая часть кода останется неизменной; просто программа становится более эффективной. Первая функция занимается печатью, а вторая выводит сводку напечатанных моделей:

```

❶ def print_models(unprinted_designs, completed_models):
 """
 Имитирует печать моделей, пока список не станет пустым.
 Каждая модель после печати перемещается в completed_models.
 """
 while unprinted_designs:
 current_design = unprinted_designs.pop()

 # Имитация печати модели на 3D-принтере.
 print("Printing model: " + current_design)
 completed_models.append(current_design)

❷ def show_completed_models(completed_models):
 """
 Выводит информацию обо всех напечатанных моделях.
 """
 print("\nThe following models have been printed:")
 for completed_model in completed_models:
 print(completed_model)

unprinted_designs = ['iphone case', 'robot pendant', 'dodecahedron']
completed_models = []
print_models(unprinted_designs, completed_models)
show_completed_models(completed_models)

```

В точке ❶ определяется функция `print_models()` с двумя параметрами: список моделей для печати и список готовых моделей. Функция имитирует печать каждой модели, последовательно извлекая модели из первого списка и перемещая их во второй список. В точке ❷ определяется функция `show_completed_models()` с одним параметром: списком напечатанных моделей. Функция `show_completed_models()` получает этот список и выводит имена всех напечатанных моделей.

Программа выводит тот же результат, что и версия без функций, но структура кода значительно улучшилась. Код, выполняющий большую часть работы, разнесен по двум разным функциям; это упрощает чтение основной части программы. Теперь любому разработчику будет намного проще просмотреть код программы и понять, что делает программа:

```

unprinted_designs = ['iphone case', 'robot pendant', 'dodecahedron']
completed_models = []

print_models(unprinted_designs, completed_models)
show_completed_models(completed_models)

```

Программа создает список моделей для печати и пустой список для готовых моделей. Затем, поскольку обе функции уже определены, остается вызвать их и передать правильные аргументы. Мы вызываем `print_models()` и передаем два необходимых списка; как и ожидалось, `print_models()` имитирует печать моделей. Затем вызывается функция `show_completed_models()`, и ей передается список готовых моделей, чтобы функция могла вывести информацию о напечатанных моделях. Благодаря сокращенным именам функций другой разработчик сможет прочитать этот код и понять его даже без комментариев.

Вдобавок эта программа создает меньше проблем с расширением и сопровождением, чем версия без функций. Если позднее потребуется напечатать новую партию моделей, достаточно снова вызвать `print_models()`. Если окажется, что код печати необходимо модифицировать, изменения достаточно внести в одном месте, и они автоматически распространятся на все вызовы функции. Такой подход намного эффективнее независимой правки кода в нескольких местах программы.

Этот пример также демонстрирует принцип, в соответствии с которым каждая функция должна решать одну конкретную задачу. Первая функция печатает каждую модель, а вторая выводит информацию о готовых моделях. Такой подход предпочтительнее решения обеих задач в функции. Если вы пишете функцию и видите, что она решает слишком много разных задач, попробуйте разделить ее код на две функции.

Помните, что функции всегда можно вызывать из других функций. Эта возможность может пригодиться для разбиения сложных задач на серию составляющих.

## Запрет изменения списка в функции

Иногда требуется предотвратить изменение списка в функции. Допустим, у вас имеется список моделей для печати, и вы пишете функцию для перемещения их в список готовых моделей, как в предыдущем примере. Возможно, даже после печати всех моделей исходный список нужно оставить для отчетности. Но, поскольку все имена моделей были перенесены из списка `unprinted_designs`, остался только пустой список; исходная версия списка потеряна. Проблему можно решить передачей функции копии списка вместо оригинала. В этом случае все изменения, вносимые функцией в список, будут распространяться только на копию, а оригинал списка остается неизменным.

Чтобы передать функции копию списка, можно поступить так:

```
имя_функции(имя_списка[:])
```

Синтаксис среза `[:]` создает копию списка для передачи функции. Если удаление элементов из списка `unprinted_designs` в `print_models.py` нежелательно, функцию `print_models()` можно вызвать так:

```
print_models(unprinted_designs[:], completed_models)
```

Функция `print_models()` может выполнить свою работу, потому что она все равно получает имена всех ненапечатанных моделей. Но на этот раз она получает не сам список `unprinted_designs`, а его копию. Список `completed_models` заполняется

именами напечатанных моделей, как и в предыдущем случае, но исходный список функцией не изменяется.

Несмотря на то что передача копии позволяет сохранить содержимое списка, обычно функциям следует передавать исходный список (если у вас нет веских причин для передачи копии). Работа с существующим списком более эффективна, потому что программе не приходится тратить время и память на создание отдельной копии (лишние затраты особенно заметны при работе с большими списками).

### УПРАЖНЕНИЯ

8-9. Фокусники: создайте список с именами фокусников. Передайте список функции `show_magicians()`, которая выводит имя каждого фокусника в списке.

8-10. Великие фокусники: начните с копии вашей программы из упражнения 8-9. Напишите функцию `make_great()`, которая изменяет список фокусников, добавляя к имени каждого фокусника приставку «Great». Вызовите функцию `show_magicians()` и убедитесь в том, что список был успешно изменен.

8-11. Фокусники без изменений: начните с программы из упражнения 8-10. Вызовите функцию `make_great()` и передайте ей копию списка имен фокусников. Поскольку исходный список остался неизменным, верните новый список и сохраните его в отдельном списке. Вызовите функцию `show_magicians()` с каждым списком, чтобы показать, что в одном списке остались исходные имена, а в другом к имени каждого фокусника добавилась приставка «Great».

## Передача произвольного набора аргументов

В некоторых ситуациях вы не знаете заранее, сколько аргументов должно быть передано функции. К счастью, Python позволяет функции получить произвольное количество аргументов из вызывающей команды.

Для примера рассмотрим функцию для создания пиццы. Функция должна получить набор дополнений к пицце, но вы не знаете заранее, сколько дополнений заказет клиент. Функция в следующем примере получает один параметр `*toppings`, но этот параметр объединяет все аргументы, заданные в командной строке:

```
pizza.py
def make_pizza(*toppings):
 """Вывод списка заказанных дополнений."""
 print(toppings)

make_pizza('pepperoni')
make_pizza('mushrooms', 'green peppers', 'extra cheese')
```

Звездочка в имени параметра `*toppings` приказывает Python создать пустой кортеж с именем `toppings` и упаковать в него все полученные значения. Результат команды `print` в теле функции показывает, что Python успешно справляется и с вызовом функции с одним значением, и с вызовом с тремя значениями. Разные вызовы обрабатываются похожим образом. Обратите внимание: Python упаковывает аргументы в кортеж даже в том случае, если функция получает всего одно значение:

```
('pepperoni',)
('mushrooms', 'green peppers', 'extra cheese')
```

Теперь команду `print` можно заменить циклом, который перебирает список дополнений и выводит описание заказанной пиццы:

```
def make_pizza(*toppings):
 """Выводит описание пиццы."""
 print("\nMaking a pizza with the following toppings:")
 for topping in toppings:
 print("- " + topping)

make_pizza('pepperoni')
make_pizza('mushrooms', 'green peppers', 'extra cheese')
```

Функция реагирует соответственно независимо от того, сколько значений она получила — одно или три:

```
Making a pizza with the following toppings:
- pepperoni

Making a pizza with the following toppings:
- mushrooms
- green peppers
- extra cheese
```

Этот синтаксис работает независимо от количества аргументов, переданных функции.

## Позиционные аргументы с произвольными наборами аргументов

Если вы хотите, чтобы функция могла вызываться с разными количествами аргументов, параметр для получения произвольного количества аргументов должен стоять на последнем месте в определении функции. Python сначала подбирает соответствия для позиционных и именованных аргументов, а потом объединяет все остальные аргументы в последнем параметре.

Например, если функция должна получать размер пиццы, этот параметр должен стоять в списке до параметра `*toppings`:

```
def make_pizza(size, *toppings):
 """Выводит описание пиццы."""
 print("\nMaking a " + str(size) +
 "-inch pizza with the following toppings:")
 for topping in toppings:
 print("- " + topping)

make_pizza(16, 'pepperoni')
make_pizza(12, 'mushrooms', 'green peppers', 'extra cheese')
```

В определении функции Python сохраняет первое полученное значение в параметре `size`. Все остальные значения, следующие за ним, сохраняются в кортеже `toppings`. В вызовах функций на первом месте располагается аргумент для параметра `size`, а за ним следует сколько угодно дополнений.

В итоге для каждой пиццы указывается размер и количество дополнений, и каждый фрагмент информации выводится в положенном месте: сначала размер, а потом дополнения:

```
Making a 16-inch pizza with the following toppings:
- pepperoni
```

```
Making a 12-inch pizza with the following toppings:
- mushrooms
- green peppers
- extra cheese
```

## Использование произвольного набора именованных аргументов

Иногда программа должна получать произвольное количество аргументов, но вы не знаете заранее, какая информация будет передаваться функции. В таких случаях можно написать функцию, получающую столько пар «ключ—значение», сколько указано в команде вызова. Один из возможных примеров — построение пользовательских профилей: вы знаете, что вы получите информацию о пользователе, но не знаете заранее, какую именно. Функция `build_profile()` в следующем примере всегда получает имя и фамилию, но также может получать произвольное количество именованных аргументов:

```
user_profile.py
def build_profile(first, last, **user_info):
 """Строит словарь с информацией о пользователе."""
 profile = {}
❶ profile['first_name'] = first
 profile['last_name'] = last
❷ for key, value in user_info.items():
 profile[key] = value
 return profile

user_profile = build_profile('albert', 'einstein',
 location='princeton',
 field='physics')
print(user_profile)
```

Определение `build_profile()` ожидает получить имя и фамилию пользователя, а также позволяет передать любое количество пар «имя—значение». Две звездочки перед параметром `**user_info` заставляют Python создать пустой словарь с именем `user_info` и упаковать в него все полученные пары «имя—значение». Внутри функции вы можете обращаться к парам «имя—значение» из `user_info` точно так же, как в любом словаре.

В теле `build_profile()` создается пустой словарь с именем `profile` для хранения профиля пользователя. В точке ❶ в словарь добавляется имя и фамилия, потому что эти два значения всегда передаются пользователем. В точке ❷ функция перебирает дополнительные пары «ключ—значение» в словаре `user_info` и добавляет каждую пару в словарь `profile`. Наконец, словарь `profile` возвращается в точку вызова функции.

Вызовем функцию `build_profile()` и передадим ей имя '`albert`', фамилию '`einstein`', и еще две пары «ключ—значение» `location='princeton'` и `field='physics'`. Программа сохраняет возвращенный словарь в `user_profile` и выводит его содержимое:

```
{'first_name': 'albert', 'last_name': 'einstein',
 'location': 'princeton', 'field': 'physics'}
```

Возвращаемый словарь содержит имя и фамилию пользователя, а в данном случае еще и местонахождение и область исследований. Функция будет работать, сколько бы дополнительных пар «ключ—значение» ни было передано при вызове функции.

При написании функций допускаются самые разнообразные варианты смешения позиционных, именованных и произвольных значений. Полезно знать о существовании всех этих типов аргументов, потому что они часто будут встречаться вам при чтении чужого кода. Только с опытом вы научитесь правильно использовать разные типы аргументов и поймете, когда следует применять каждый тип; а пока просто используйте самый простой способ, который позволит решить задачу. С течением времени вы научитесь выбирать наиболее эффективный вариант для каждой конкретной ситуации.

### УПРАЖНЕНИЯ

8-12. Сэндвичи: напишите функцию, которая получает список компонентов сэндвича. Функция должна иметь один параметр для любого количества значений, переданных при вызове функции, и выводить описание заказанного сэндвича. Вызовите функцию три раза с разными количествами аргументов.

8-13. Профиль: начните с копии программы `user_profile.py`. Создайте собственный профиль вызовом `build_profile()`, укажите имя, фамилию и три другие пары «ключ—значение» для вашего описания.

8-14. Автомобили: напишите функцию для сохранения информации об автомобиле в словаре. Функция всегда должна возвращать производителя и название модели, но при этом она может получать произвольное количество именованных аргументов. Вызовите функцию с передачей обязательной информации и еще двух пар «имя—значение» (например, цвет и комплектация). Ваша функция должна работать для вызовов следующего вида:

```
car = make_car('subaru', 'outback', color='blue', tow_package=True)
```

Выведите возвращаемый словарь и убедитесь в том, что вся информация была сохранена правильно.

## Хранение функций в модулях

Одно из преимуществ функций заключается в том, что они отделяют блоки кода от основной программы. Если для функций были выбраны содержательные имена, ваша программа будет намного проще читаться. Можно пойти еще дальше и сохранить функции в отдельном файле, называемом *модулем*, а затем *импортировать* модуль в свою программу. Команда `import` сообщает Python, что код модуля должен быть доступен в текущем выполняемом программном файле.

Хранение функций в отдельных файлах позволяет скрыть второстепенные детали кода и сосредоточиться на логике более высокого уровня. Кроме того, функции

можно использовать во множестве разных программ. Функции, хранящиеся в отдельных файлах, можно передать другим программистам без распространения полного кода программы. А умение импортировать функции позволит вам использовать библиотеки функций, написанные другими программистами.

Существует несколько способов импортирования модулей; все они кратко рассматриваются ниже.

## Импортирование всего модуля

Чтобы заняться импортированием функций, сначала необходимо создать модуль. Модуль представляет собой файл с расширением .py, содержащий код, который вы хотите импортировать в свою программу. Давайте создадим модуль с функцией `make_pizza()`. Для этого из файла `pizza.py` следует удалить все, кроме функции `make_pizza()`:

```
pizza.py
def make_pizza(size, *toppings):
 """Выводит описание пиццы."""
 print("\nMaking a " + str(size) +
 "-inch pizza with the following toppings:")
 for topping in toppings:
 print("- " + topping)
```

Теперь создайте отдельный файл с именем `making_pizzas.py` в одном каталоге с `pizza.py`. Файл импортирует только что созданный модуль, а затем дважды вызывает `make_pizza()`:

```
making_pizzas.py
import pizza
❶ pizza.make_pizza(16, 'pepperoni')
pizza.make_pizza(12, 'mushrooms', 'green peppers', 'extra cheese')
```

В процессе обработки этого файла строка `import pizza` приказывает Python открыть файл `pizza.py` и скопировать все функции из него в программу. Вы не видите, как происходит копирование, потому что Python копирует код незаметно для пользователя во время выполнения программы. Вам необходимо знать одно: любая функция, определенная в `pizza.py`, будет доступна в `making_pizzas.py`.

Чтобы вызвать функцию из импортированного модуля, укажите имя модуля (`pizza`), точку и имя функции (`make_pizza()`), как показано в строке ❶. Код выдает тот же результат, что и исходная программа, в которой модуль не импортировался:

```
Making a 16-inch pizza with the following toppings:
- pepperoni
```

```
Making a 12-inch pizza with the following toppings:
- mushrooms
- green peppers
- extra cheese
```

Первый способ импортирования, при котором записывается команда `import` с именем модуля, открывает доступ программе ко всем функциям из модуля:

```
имя_модуля.имя_функции()
```

## Импортирование конкретных функций

Также возможно импортировать конкретную функцию из модуля. Общий синтаксис выглядит так:

```
from имя_модуля import имя_функции
```

Вы можете импортировать любое количество функций из модуля, разделив их имена запятymi:

```
from имя_модуля import функция_0, функция_1, функция_2
```

Если ограничиться импортированием только той функции, которую вы намереваетесь использовать, пример `making_pizzas.py` будет выглядеть так:

```
from pizza import make_pizza

make_pizza(16, 'pepperoni')
make_pizza(12, 'mushrooms', 'green peppers', 'extra cheese')
```

При таком синтаксисе использовать точечную запись при вызове функции не обязательно. Так как функция `make_pizza()` явно импортируется в команде `import`, при использовании ее можно вызывать прямо по имени.

## Назначение псевдонима для функции

Если имя импортируемой функции может конфликтовать с именем существующей функции или функция имеет слишком длинное имя, его можно заменить коротким уникальным *псевдонимом* (*alias*) — альтернативным именем для функции. Псевдоним назначается функции при импортировании.

В следующем примере функции `make_pizza()` назначается псевдоним `mp()`, для чего при импортировании используется конструкция `make_pizza as mp`. Ключевое слово `as` переименовывает функцию, используя указанный псевдоним:

```
from pizza import make_pizza as mp

mp(16, 'pepperoni')
mp(12, 'mushrooms', 'green peppers', 'extra cheese')
```

Команда `import` в этом примере назначает функции `make_pizza()` псевдоним `mp()` для этой программы. Каждый раз, когда потребуется вызвать `make_pizza()`, достаточно включить вызов `mp()` — Python выполнит код `make_pizza()` без конфликтов с другой функцией `make_pizza()`, которую вы могли включить в этот файл программы.

Общий синтаксис назначения псевдонима выглядит так:

```
from имя_модуля import имя_функции as псевдоним
```

## Назначение псевдонима для модуля

Псевдоним также можно назначить для всего модуля. Назначение короткого имени для модуля — скажем, `p` для `pizza` — позволит вам быстрее вызывать функции модуля. Вызов `p.make_pizza()` получается более компактным, чем `pizza.make_pizza()`:

```
import pizza as p

p.make_pizza(16, 'pepperoni')
p.make_pizza(12, 'mushrooms', 'green peppers', 'extra cheese')
```

Модулю `pizza` в команде `import` назначается псевдоним `p`, но все функции модуля сохраняют свои исходные имена. Вызов функций в записи `p.make_pizza()` не только компактнее `pizza.make_pizza()`; он также отвлекает внимание от имени модуля и помогает сосредоточиться на содержательных именах функций. Эти имена функций, четко показывающие, что делает каждая функция, важнее для удобочитаемости вашего кода, чем использование полного имени модуля.

Общий синтаксис выглядит так:

```
import имя_модуля as псевдоним
```

## Импортирование всех функций модуля

Также можно приказать Python импортировать каждую функцию в модуле; для этого используется оператор `*`:

```
from pizza import *

make_pizza(16, 'pepperoni')
make_pizza(12, 'mushrooms', 'green peppers', 'extra cheese')
```

Звездочка в команде `import` приказывает Python скопировать каждую функцию из модуля `pizza` в файл программы. После импортирования всех функций вы сможете вызывать каждую функцию по имени без точечной записи. Тем не менее лучше не использовать этот способ с большими модулями, написанными другими разработчиками; если модуль содержит функцию, имя которой совпадает с существующим именем из вашего проекта, возможны неожиданные результаты. Python обнаруживает несколько функций или переменных с одинаковыми именами, и вместо импортирования всех функций по отдельности происходит замена этих функций.

В таких ситуациях лучше всего импортировать только нужную функцию или функции или же импортировать весь модуль с последующим применением точечной записи. При этом создается чистый код, легко читаемый и понятный. Я включил этот раздел только для того, чтобы вы понимали команды `import` вроде следующей, когда вы встретите их в чужом коде:

```
from имя_модуля import *
```

## Стилевое оформление функций

В стилевом оформлении функций необходимо учитывать некоторые подробности. Функции должны иметь содержательные имена, состоящие из букв нижнего регистра и символов подчёркивания. Содержательные имена помогают вам и другим разработчикам понять, что же делает ваш код. Эти соглашения следует соблюдать и в именах модулей.

Каждая функция должна быть снабжена комментарием, который кратко поясняет, что же делает эта функция. Комментарий должен следовать сразу же за определением функции в формате строк документации. Если функция хорошо документирована, другие разработчики смогут использовать ее, прочитав только описание. Конечно, для этого они должны доверять тому, что код работает в соответствии с описанием, — но, если знать имя функции, какие аргументы ей нужны и какое значение она возвращает, они смогут использовать ее в своих программах.

Если для параметра задается значение по умолчанию, слева и справа от знака равенства не должно быть пробелов:

```
def имя_функции(параметр_0, параметр_1='значение_по_умолчанию')
```

Те же соглашения должны применяться для именованных аргументов в вызовах функций:

```
имя_функции(значение_0, параметр_1='значение')
```

Документ PEP 8 (<https://www.python.org/dev/peps/pep-0008/>) рекомендует ограничить длину строк кода 79 символами, чтобы строки были полностью видны в окне редактора нормального размера. Если из-за параметров длина определения функции превышает 79 символов, нажмите Enter после открывающей круглой скобки в строке определения. В следующей строке дважды нажмите Tab, чтобы отделить список аргументов от тела функции, которое должно быть снабжено отступом только на один уровень.

Многие редакторы автоматически выравнивают дополнительные строки параметров по отступам, установленным в первой строке:

```
def имя_функции(
 параметр_0, параметр_1, параметр_2,
 параметр_3, параметр_4, параметр_5):
 тело функции...
```

Если программа или модуль состоит из нескольких функций, эти функции можно разделить двумя пустыми строками. Так вам будет проще увидеть, где кончается одна функция и начинается другая.

Все команды `import` следует записывать в начале файла. У этого правила есть только одно исключение: файл может начинаться с комментариев, описывающих программу в целом.

### УПРАЖНЕНИЯ

- 8-15. Печать моделей: выделите функции примера `print_models.py` в отдельный файл с именем `printing_functions.py`. Разместите команду `import` в начале файла `print_models.py` и измените файл так, чтобы в нем использовались импортированные функции.

8-16. Импортирование: возьмите за основу одну из написанных вами программ с одной функцией. Сохраните эту функцию в отдельном файле. Импортируйте функцию в файл основной программы и вызовите функцию каждым из следующих способов:

```
import имя_модуля
from имя_модуля import имя_функции
from имя_модуля import имя_функции as псевдоним
import имя_модуля as псевдоним
from имя_модуля import *
```

8-17. Стилевое оформление функций: выберите любые три программы, написанные для этой главы. Убедитесь в том, что в них соблюдаются рекомендации стилевого оформления, представленные в этом разделе.

## Итоги

В этой главе вы научились писать функции и передавать аргументы, в которых функциям сообщается информация, необходимая для их работы. Вы узнали, как использовать позиционные и именованные аргументы и как передать функции произвольное количество аргументов. Вы видели функции, которые выводят данные, и функции, которые возвращают значения. Вы научились использовать функции со списками, словарями, командами `if` и циклами `while`. Также вы научились сохранять функции в отдельных файлах, называемых *модулями*, чтобы код ваших программ стал проще и понятнее. Глава завершается рекомендациями по стилевому оформлению функций, чтобы ваши программы были хорошо структурированы и легко читались вами и другими разработчиками.

Каждый программист должен стремиться к написанию простого кода, который справляется с поставленной задачей, и функции помогают вам в этом. Вы сможете писать блоки кода и оставлять их на будущее. Когда вы знаете, что функция правильно справляется со своей задачей, считайте, что она работает, и переходите к следующей задаче.

В программе с использованием функций единожды написанный код может заново использоваться столько раз, сколько потребуется. Чтобы выполнить код, содержащийся в функции, достаточно написать всего одну строку с вызовом, а функция сделает все остальное. Если же потребуется модифицировать поведение функции, достаточно внести изменения всего в одном месте; они вступят в силу повсюду, где вызывается эта функция.

С функциями ваши программы проще читаются, а хорошо выбранные имена функций описывают, что делает та или иная часть программы. Прочитав серию вызовов функций, вы гораздо быстрее поймете, что делает функция, чем при чтении длинной серии программных блоков.

Функции также упрощают тестирование и отладку кода. Когда основная работа программы выполняется набором функций, каждая из которых решает одну конкретную задачу, вам будет намного проще организовать тестирование и сопровождение вашего кода. Напишите отдельную программу, которая вызывает каждую функцию и проверяет ее работоспособность во всех типичных ситуациях. В этом случае вы можете быть уверены в том, что ваши функции всегда работают правильно.

В главе 9 вы научитесь писать классы. Классы объединяют функции и данные в один удобный пакет, с которым вы можете работать гибко и эффективно.

# 9

## Классы

Объектно-ориентированное программирование по праву считается одной из самых эффективных методологий создания программных продуктов. В объектно-ориентированном программировании вы пишете классы, описывающие реально существующие предметы и ситуации, а затем создаете объекты на основе этих описаний. При написании класса определяется общее поведение для целой категории объектов.

Когда вы создаете конкретные объекты на базе этих классов, каждый объект автоматически наделяется общим поведением; после этого вы можете наделить каждый объект уникальными особенностями на свой выбор. Просто невероятно, насколько хорошо реальные ситуации моделируются в объектно-ориентированном программировании.

Создание объекта на основе класса называется *созданием экземпляра*; таким образом, вы работаете с экземплярами класса. В этой главе вы будете писать классы и создавать экземпляры этих классов. Вы укажете, какая информация может храниться в экземплярах, и определите действия, которые могут выполняться с экземплярами.

Также вы будете писать классы, расширяющие функциональность существующих классов; это позволяет организовать эффективное совместное использование кода похожими классами. Вы будете сохранять классы в модулях и импортировать классы, написанные другими программистами, в ваши программные файлы.

С хорошим пониманием объектно-ориентированного программирования вы взглянете на мир с точки зрения программиста. Вам будет проще понять свой код — увидеть не только то, что происходит в каждой его строке, но и более масштабные концепции, лежащие в его основе. Логика, заложенная в основу классов, научит вас мыслить последовательно, чтобы ваши программы эффективно решали практически любые задачи, с которыми вы можете столкнуться.

Кроме того, классы упрощают жизнь вам и другим программистам, с которыми вам придется работать совместно над более серьезными проектами. Когда вы и другие программисты пишете код, базирующийся на сходной логике, вам проще понять код друг друга. Ваши программы будут понятны коллегам, и в результате все вы сможете добиться лучших результатов.

## Создание и использование класса

Классы позволяют моделировать практически все что угодно. Начнем с написания простого класса `Dog`, представляющего собаку — не какую-то конкретную, а собаку вообще. Что мы знаем о собаках? У них есть кличка и возраст. Также известно, что большинство собак умеют садиться и перекатываться по команде. Эти два вида информации (кличка и возраст) и два вида поведения (сидеть и перекатываться) будут включены в класс `Dog`, потому что они являются общими для большинства собак. Класс сообщает Python, как создать объект, представляющий собаку. После того как класс будет написан, мы используем его для создания экземпляров, каждый из которых представляет одну конкретную собаку.

### Создание класса Dog

В каждом экземпляре, созданном на основе класса `Dog`, будет храниться кличка и возраст; кроме того, в нем будут присутствовать методы `sit()` и `roll_over()`:

```
dog.py
❶ class Dog():
❷ """Простая модель собаки."""
❸ def __init__(self, name, age):
❹ """Инициализирует атрибуты name и age."""
❺ self.name = name
❻ self.age = age
❾ def sit(self):
❿ """Собака садится по команде."""
❬ print(self.name.title() + " is now sitting.")
❭ def roll_over(self):
❮ """Собака перекатывается по команде."""
❯ print(self.name.title() + " rolled over!")
```

В этом коде есть много мест, заслуживающих вашего внимания, но не беспокойтесь. Эта структура неоднократно встретится вам в этой главе, и вы еще успеете к ней привыкнуть. В точке ❶ определяется класс с именем `Dog`. По общепринятым соглашениям имена, начинающиеся с символа верхнего регистра, в Python обозначают классы. Круглые скобки в определении класса пусты, потому что класс создается с нуля. В точке ❷ приведена строка документации с кратким описанием класса.

#### Метод `__init__()`

Функция, являющаяся частью класса, называется *методом*. Все, что вы узнали ранее о функциях, также относится и к методам; единственное практическое различие — способ вызова методов. Метод `__init__()` в точке ❸ — специальный метод, который автоматически выполняется при создании каждого нового экземпляра на базе класса `Dog`. Имя метода начинается и заканчивается двумя символами подчеркивания; эта схема предотвращает конфликты имен стандартных методов Python и методов ваших классов.

Метод `__init__()` определяется с тремя параметрами: `self`, `name` и `age`. Параметр `self` обязателен в определении метода; он должен предшествовать всем остальным параметрам. Он должен быть включен в определение для того, чтобы при будущем вызове метода `__init__()` (для создания экземпляра `Dog`) автоматически передавался аргумент `self`. При каждом вызове метода, связанного с классом, автоматически передается `self` — ссылка на экземпляр; она предоставляет конкретному экземпляру доступ к атрибутам и методам класса. Когда вы создаете экземпляр `Dog`, Python вызывает метод `__init__()` из класса `Dog`. Мы передаем `Dog()` кличку и возраст в аргументах; значение `self` передается автоматически, так что его передавать не нужно. Каждый раз, когда вы захотите создать экземпляр на основе класса `Dog`, необходимо предоставить значения только двух последних аргументов `name` и `age`.

Каждая из двух переменных, определяемых в точке ❸, имеет префикс `self`. Любая переменная с префиксом `self` доступна для каждого метода в классе, и вы также сможете обращаться к этим переменным в каждом экземпляре, созданном на основе класса. Конструкция `self.name = name` берет значение, хранящееся в параметре `name`, и сохраняет его в переменной `name`, которая затем связывается с создаваемым экземпляром. Процесс также повторяется с `self.age = age`. Переменные, к которым вы обращаетесь через экземпляры, тоже называются атрибутами.

В классе `Dog` также определяются два метода: `sit()` и `roll_over()` ❹. Так как этим методам не нужна дополнительная информация (кличка или возраст), они определяются с единственным параметром `self`. Экземпляры, которые будут созданы позднее, смогут вызывать эти методы. Пока методы `sit()` и `roll_over()` ограничиваются простым выводом сообщения о том, что собака садится или перекатывается. Тем не менее концепцию легко расширить для практического применения: если бы этот класс был частью компьютерной игры, то эти методы вполне могли бы содержать код для создания анимации садящейся или перекатывающейся собаки. А если бы класс был написан для управления роботом, то методы могли бы управлять механизмами, заставляющими робота-собаку выполнить соответствующую команду.

## Создание классов в Python 2.7

При создании классов в Python 2.7 необходимо внести одно незначительное изменение — заключить в круглые скобки ключевое слово `object`:

```
class ClassName(object):
 ...
```

В этом случае поведение классов Python 2.7 будет приближено к поведению классов Python 3, что упрощает вашу работу в целом.

Скажем, в Python 2.7 класс `Dog` будет определяться следующим образом:

```
class Dog(object):
 ...
```

## Создание экземпляра класса

Считайте, что класс — это своего рода инструкция по созданию экземпляров. Соответственно, класс `Dog` — инструкция по созданию экземпляров, представляющих конкретных собак.

Создадим экземпляр, представляющий конкретную собаку:

```
class Dog():
 ...
❶ my_dog = Dog('willie', 6)
❷ print("My dog's name is " + my_dog.name.title() + ".")
❸ print("My dog is " + str(my_dog.age) + " years old.")
```

Использованный в данном случае класс `Dog` был написан в предыдущем примере. В точке ❶ мы приказываем Python создать экземпляр собаки с кличкой `'willie'` и возрастом 6. В процессе обработки этой строки Python вызывает метод `__init__()` класса `Dog` с аргументами `'willie'` и 6. Метод `__init__()` создает экземпляр, представляющий конкретную собаку, и присваивает его атрибутам `name` и `age` переданные значения. Метод `__init__()` не содержит явной команды `return`, но Python автоматически возвращает экземпляр, представляющий собаку. Этот экземпляр сохраняется в переменной `my_dog`. Здесь нелишне вспомнить соглашения по записи имен: обычно считается, что имя, начинающееся с символа верхнего регистра (например, `Dog`), обозначает класс, а имя, записанное в нижнем регистре (например, `my_dog`), обозначает отдельный экземпляр, созданный на базе класса.

## Обращение к атрибутам

Для обращения к атрибутам экземпляра используется «точечная» запись. В строке ❷ мы обращаемся к значению атрибута `name` экземпляра `my_dog`:

```
my_dog.name
```

Точечная запись часто используется в Python. Этот синтаксис показывает, как Python ищет значения атрибутов. В данном случае Python обращается к экземпляру `my_dog` и ищет атрибут `name`, связанный с экземпляром `my_dog`. Это тот же атрибут, который обозначался `self.name` в классе `Dog`. В точке ❸ тот же прием используется для работы с атрибутом `age`. В первой команде `print` вызов `my_dog.name.title()` записывает `'Willie'` (значение атрибута `name` экземпляра `my_dog`) с символа верхнего регистра. Во второй команде `print` вызов `str(my_dog.age)` преобразует 6, значение атрибута `age` экземпляра `my_dog`, в строку.

Пример выводит сводку известных фактов о `my_dog`:

```
My dog's name is Willie.
My dog is 6 years old.
```

## Вызов методов

После создания экземпляра на основе класса `Dog` можно применять точечную запись для вызова любых методов, определенных в `Dog`:

```
class Dog():
 ...
my_dog = Dog('willie', 6)
my_dog.sit()
my_dog.roll_over()
```

Чтобы вызвать метод, укажите экземпляр (в данном случае `my_dog`) и вызываемый метод, разделив их точкой. В ходе обработки `my_dog.sit()` Python ищет метод `sit()` в классе `Dog` и выполняет его код. Стока `my_dog.roll_over()` интерпретируется аналогичным образом.

Теперь экземпляр послушно выполняет полученные команды:

```
Willie is now sitting.
Willie rolled over!
```

Это очень полезный синтаксис. Если атрибутам и методам были присвоены сокращательные имена (например, `name`, `age`, `sit()` и `roll_over()`), разработчик сможет легко понять, что делает блок кода, — даже если он видит этот блок впервые.

### Создание нескольких экземпляров

На основе класса можно создать столько экземпляров, сколько вам потребуется. Создадим второй экземпляр `Dog` с именем `your_dog`:

```
class Dog():
 ...
my_dog = Dog('willie', 6)
your_dog = Dog('lucy', 3)

print("My dog's name is " + my_dog.name.title() + ".")
print("My dog is " + str(my_dog.age) + " years old.")
my_dog.sit()

print("\nYour dog's name is " + your_dog.name.title() + ".")
print("Your dog is " + str(your_dog.age) + " years old.")
your_dog.sit()
```

В этом примере создаются два экземпляра с именами `Willie` и `Lucy`. Каждый экземпляр обладает своим набором атрибутов и способен выполнять действия из общего набора:

```
My dog's name is Willie.
My dog is 6 years old.
Willie is now sitting.
```

```
Your dog's name is Lucy.
Your dog is 3 years old.
Lucy is now sitting.
```

Даже если второй собаке будут назначены те же имя и возраст, Python все равно создаст отдельный экземпляр класса `Dog`. Вы можете создать сколько угодно экземпляров одного класса при условии, что эти экземпляры хранятся

в переменных с разными именами или занимают разные позиции в списке или словаре:

### УПРАЖНЕНИЯ

9-1. Ресторан: создайте класс с именем Restaurant. Метод `__init__()` класса Restaurant должен содержать два атрибута: `restaurant_name` и `cuisine_type`. Создайте метод `describe_restaurant()`, который выводит два атрибута, и метод `open_restaurant()`, который выводит сообщение о том, что ресторан открыт.

Создайте на основе своего класса экземпляр с именем `restaurant`. Выведите два атрибута по отдельности, затем вызовите оба метода.

9-2. Три ресторана: начните с класса из упражнения 9-1. Создайте три разных экземпляра, вызовите для каждого экземпляра метод `describe_restaurant()`.

9-3. Пользователи: создайте класс с именем User. Создайте два атрибута `first_name` и `last_name`, а затем еще несколько атрибутов, которые обычно хранятся в профиле пользователя. Напишите метод `describe_user()`, который выводит сводку с информацией о пользователе. Создайте еще один метод `greet_user()` для вывода персонального приветствия для пользователя.

Создайте несколько экземпляров, представляющих разных пользователей. Вызовите оба метода для каждого пользователя.

## Работа с классами и экземплярами

Классы могут использоваться для моделирования многих реальных ситуаций. После того как класс будет написан, разработчик проводит большую часть времени за работой с экземплярами, созданными на основе этого класса. Одной из первых задач станет изменение атрибутов, связанных с конкретным экземпляром. Атрибуты экземпляра можно изменять напрямую или же написать методы, изменяющие атрибуты по особым правилам.

### Класс Car

Напишем класс, представляющий автомобиль. Этот класс будет содержать информацию о типе машины, а также метод для вывода краткого описания:

```
car.py
class Car():
 """Простая модель автомобиля."""
❶ def __init__(self, make, model, year):
 """Инициализирует атрибуты описания автомобиля."""
 self.make = make
 self.model = model
 self.year = year

❷ def get_descriptive_name(self):
 """Возвращает аккуратно отформатированное описание."""
 long_name = str(self.year) + ' ' + self.make + ' ' + self.model
 return long_name.title()

❸ my_new_car = Car('audi', 'a4', 2016)
print(my_new_car.get_descriptive_name())
```

В точке ❶ в классе `Car` определяется метод `__init__()`; его список параметров начинается с `self`, как и в классе `Dog`. За ним следуют еще три параметра: `make`, `model` и `year`. Метод `__init__()` получает эти параметры и сохраняет их в атрибутах, которые будут связаны с экземплярами, созданными на основе класса. При создании нового экземпляра `Car` необходимо указать фирму-производителя, модель и год выпуска для данного экземпляра.

В точке ❷ определяется метод `get_descriptive_name()`, который объединяет год выпуска, фирму-производителя и модель в одну строку с описанием. Это избавит вас от необходимости выводить значение каждого атрибута по отдельности. Для работы со значениями атрибутов в этом методе используется синтаксис `self.make`, `self.model` и `self.year`.

В точке ❸ создается экземпляр класса `Car`, который сохраняется в переменной `my_new_car`. Затем вызов метода `get_descriptive_name()` показывает, с какой машиной работает программа:

```
2016 Audi A4
```

Чтобы класс был более интересным, добавим атрибут, изменяющийся со временем, — в нем будет храниться пробег машины в милях.

## Назначение атрибуту значения по умолчанию

Каждый атрибут класса должен иметь исходное значение, даже если оно равно 0 или пустой строке. В некоторых случаях (например, при задании значений по умолчанию) это исходное значение есть смысл задавать в теле метода `__init__()`; в таком случае передавать параметр для этого атрибута при создании объекта не обязательно.

Добавим атрибут с именем `odometer_reading`, исходное значение которого всегда равно 0. Также в класс будет включен метод `read_odometer()` для чтения текущих показаний одометра:

```
class Car():

 def __init__(self, make, model, year):
 """Инициализирует атрибуты описания автомобиля."""
 self.make = make
 self.model = model
 self.year = year
❶ self.odometer_reading = 0

 def get_descriptive_name(self):
 ...
❷ def read_odometer(self):
 """Выводит пробег машины в милях."""
 print("This car has " + str(self.odometer_reading) + " miles on it.")

my_new_car = Car('audi', 'a4', 2016)
print(my_new_car.get_descriptive_name())
my_new_car.read_odometer()
```

Когда Python вызывает метод `__init__()` для создания нового экземпляра, этот метод сохраняет фирму-производителя, модель и год выпуска в атрибутах, как и в предыдущем случае. Затем Python создает новый атрибут с именем `odometer_reading` и присваивает ему исходное значение 0 **❶**. Также в класс добавляется новый метод `read_odometer()` **❷**, который упрощает чтение пробега машины в милях.

Сразу же после создания машины ее пробег равен 0:

```
2016 Audi A4
This car has 0 miles on it.
```

Впрочем, у продаваемых машин одометр редко показывает ровно 0, поэтому нам понадобится способ изменения значения этого атрибута.

## Изменение значений атрибутов

Значение атрибута можно изменить одним из трех способов: изменить его прямо в экземпляре, задать значение при помощи метода или изменить его с приращением (то есть прибавлением определенной величины) при помощи метода. Рассмотрим все эти способы.

### Прямое изменение значения атрибута

Чтобы изменить значение атрибута, проще всего обратиться к нему прямо через экземпляр. В следующем примере на одометре напрямую выставляется значение 23:

```
class Car():
 ...
my_new_car = Car('audi', 'a4', 2016)
print(my_new_car.get_descriptive_name())
❶ my_new_car.odometer_reading = 23
my_new_car.read_odometer()
```

В точке **❶** точечная запись используется для обращения к атрибуту `odometer_reading` экземпляра и прямого присваивания его значения. Эта строка приказывает Python взять экземпляр `my_new_car`, найти связанный с ним атрибут `odometer_reading` и задать значение атрибута равным 23:

```
2016 Audi A4
This car has 23 miles on it.
```

Иногда подобные прямые обращения к атрибутам допустимы, но чаще разработчик пишет вспомогательный метод, который изменяет значение за него.

### Изменение значения атрибута с использованием метода

В класс можно включить методы, которые изменяют некоторые атрибуты за вас. Вместо того чтобы изменять атрибут напрямую, вы передаете новое значение методу, который берет обновление атрибута на себя.

В следующем примере в класс включается метод `update_odometer()` для изменения показаний одометра:

```
class Car():
 ...
❶ def update_odometer(self, mileage):
 """Устанавливает заданное значение на одометре."""
 self.odometer_reading = mileage

my_new_car = Car('audi', 'a4', 2016)
print(my_new_car.get_descriptive_name())

❷ my_new_car.update_odometer(23)
my_new_car.read_odometer()
```

Класс `Car` почти не изменился, в нем только добавился метод `update_odometer()`❶. Этот метод получает пробег в милях и сохраняет его в `self.odometer_reading`. В точке ❷ мы вызываем метод `update_odometer()` и передаем ему значение 23 в аргументе (соответствующем параметру `mileage` в определении метода). Метод устанавливает на одометре значение 23, а метод `read_odometer()` выводит текущие показания:

```
2016 Audi A4
This car has 23 miles on it.
```

Метод `update_odometer()` можно расширить так, чтобы при каждом изменении показаний одометра выполнялась некоторая дополнительная работа. Добавим проверку, которая гарантирует, что никто не будет пытаться сбрасывать показания одометра:

```
class Car():
 ...
 ...
❶ def update_odometer(self, mileage):
 """
 Устанавливает на одометре заданное значение.
 При попытке обратной подкрутки изменение отклоняется.
 """
 if mileage >= self.odometer_reading:
 self.odometer_reading = mileage
 else:
 ❷ print("You can't roll back an odometer!")
```

Теперь `update_odometer()` проверяет новое значение перед изменением атрибута. Если новое значение `mileage` больше или равно текущего, `self.odometer_reading`, показания одометра можно обновить новым значением ❶. Если же новое значение меньше текущего, вы получите предупреждение о недопустимости обратной подкрутки ❷.

### Изменение значения атрибута с приращением

Иногда значение атрибута требуется изменить с заданным приращением (вместо того чтобы присваивать атрибуту произвольное новое значение). Допустим,

вы купили поддержанную машину и проехали на ней 100 миль. Следующий метод получает величину приращения и прибавляет ее к текущим показаниям одометра:

```
class Car():
 ...
 def update_odometer(self, mileage):
 --snip--
 ❶ def increment_odometer(self, miles):
 """Увеличивает показания одометра с заданным приращением."""
 self.odometer_reading += miles
 ❷ my_used_car = Car('subaru', 'outback', 2013)
 print(my_used_car.get_descriptive_name())
 ❸ my_used_car.update_odometer(23500)
 my_used_car.read_odometer()
 ❹ my_used_car.increment_odometer(100)
 my_used_car.read_odometer()
```

Новый метод `increment_odometer()` в точке ❶ получает расстояние в милях и прибавляет его к `self.odometer_reading`. В точке ❷ создается экземпляр `my_used_car`. Мы инициализируем показания его одометра значением 23 500; для этого вызывается метод `update_odometer()`, которому передается значение 23500 ❸. В точке ❹ вызывается метод `increment_odometer()`, которому передается значение 100, чтобы увеличить показания одометра на 100 миль, пройденные с момента покупки:

```
2013 Subaru Outback
This car has 23500 miles on it.
This car has 23600 miles on it.
```

При желании можно легко усовершенствовать этот метод, чтобы он отклонял отрицательные приращения; тем самым вы предотвратите обратную подкрутку одометра.

### ПРИМЕЧАНИЕ

Подобные методы управляют обновлением внутренних значений экземпляров (таких, как показания одометра), однако любой пользователь, имеющий доступ к программному коду, сможет напрямую задать атрибуту любое значение. Эффективная схема безопасности должна уделять особое внимание таким подробностям, не ограничиваясь простейшими проверками.

### УПРАЖНЕНИЯ

9-4. Посетители: начните с программы из упражнения 9-1 (с. 165). Добавьте атрибут `number_served` со значением по умолчанию 0; он представляет количество обслуженных посетителей. Создайте экземпляр с именем `restaurant`. Выведите значение `number_served`, потом измените и выведите снова.

Добавьте метод с именем `set_number_served()`, позволяющий задать количество обслуженных посетителей. Вызовите метод с новым числом, снова выведите значение.

Добавьте метод с именем `increment_number_served()`, который увеличивает количество обслуженных посетителей на заданную величину. Вызовите этот метод с любым числом, которое могло бы представлять количество обслуженных клиентов — скажем, за один день.

**9-5. Попытки входа:** добавьте атрибут `login_attempts` в класс `User` из упражнения 9-3 (с. 165). Напишите метод `increment_login_attempts()`, увеличивающий значение `login_attempts` на 1. Напишите другой метод с именем `reset_login_attempts()`, обнуляющий значение `login_attempts`.

Создайте экземпляр класса `User` и вызовите `increment_login_attempts()` несколько раз. Выведите значение `login_attempts`, чтобы убедиться в том, что значение было изменено правильно, а затем вызовите `reset_login_attempts()`. Снова выведите `login_attempts` и убедитесь в том, что значение обнулилось.

## Наследование

Работа над новым классом не обязана начинаться с нуля. Если класс, который вы пишете, представляет собой специализированную версию ранее написанного класса, вы можете воспользоваться *н следов нием*. Один класс, *н следующий* от другого, автоматически получает все атрибуты и методы первого класса. Исходный класс называется *родителем*, а новый класс — *потомком*. Класс-потомок наследует атрибуты и методы родителя, но при этом также может определять собственные атрибуты и методы.

### Метод `__init__()` класса-потомка

Первое, что делает Python при создании экземпляра класса-потомка, — присваивает значения всем атрибутам класса-родителя. Для этого методу `__init__()` класса-потомка необходима помощь со стороны родителя.

Например, попробуем построить модель электромобиля. Электромобиль представляет собой специализированную разновидность автомобиля, поэтому новый класс `ElectricCar` можно создать на базе класса `Car`, написанного ранее. Тогда нам останется добавить в него код атрибутов и поведения, относящегося только к электромобилям.

Начнем с создания простой версии класса `ElectricCar`, который делает все, что делает класс `Car`:

```
electric_car.py
❶ class Car():
 """Простая модель автомобиля."""

 def __init__(self, make, model, year):
 self.make = make
 self.model = model
 self.year = year
 self.odometer_reading = 0

 def get_descriptive_name(self):
 long_name = str(self.year) + ' ' + self.make + ' ' + self.model
 return long_name.title()
```

```

def read_odometer(self):
 print("This car has " + str(self.odometer_reading) + " miles on it.")

def update_odometer(self, mileage):
 if mileage >= self.odometer_reading:
 self.odometer_reading = mileage
 else:
 print("You can't roll back an odometer!")

def increment_odometer(self, miles):
 self.odometer_reading += miles

❷ class ElectricCar(Car):
 """Представляет аспекты машины, специфические для электромобилей."""
❸ def __init__(self, make, model, year):
 """Инициализирует атрибуты класса-родителя."""
❹ super().__init__(make, model, year)

❺ my_tesla = ElectricCar('tesla', 'model s', 2016)
print(my_tesla.get_descriptive_name())

```

В точке ❶ строится экземпляр `Car`. При создании класса-потомка класс-родитель должен быть частью текущего файла, а его определение должно предшествовать определению класса-потомка в файле. В точке ❷ определяется класс-потомок `ElectricCar`. В определении потомка имя класса-родителя заключается в круглые скобки. Метод `__init__()` в точке ❸ получает информацию, необходимую для создания экземпляра `Car`.

Функция `super()` в строке ❹ — специальная функция, которая помогает Python связать потомка с родителем. Эта строка приказывает Python вызвать метод `__init__()` класса, являющегося родителем `ElectricCar`, в результате чего экземпляр `ElectricCar` получает все атрибуты класса-родителя. Имя `super` происходит из распространенной терминологии: класс-родитель называется *суперкл* *ссом*, а класс-потомок — *субкл* *ссом*.

Чтобы проверить, правильно ли сработало наследование, попробуем создать электромобиль с такой же информацией, которая передается при создании обычного экземпляра `Car`. В точке ❺ мы создаем экземпляр класса `ElectricCar` и сохраняем его в `my_tesla`. Эта строка вызывает метод `__init__()`, определенный в `ElectricCar`, который в свою очередь приказывает Python вызвать метод `__init__()`, определенный в классе-родителе `Car`. При вызове передаются аргументы `'tesla', 'model s'` и `2016`.

Кроме `__init__()` класс еще не содержит никаких атрибутов или методов, специфических для электромобилей. Пока мы просто убеждаемся в том, что класс электромобиля содержит все поведение, присущее классу автомобиля:

`2016 Tesla Model S`

Экземпляр `ElectricCar` работает так же, как экземпляр `Car`; можно переходить к определению атрибутов и методов, специфических для электромобилей.

## Наследование в Python 2.7

В Python 2.7 наследование реализовано немного иначе. Класс `ElectricCar` будет выглядеть примерно так:

```
class Car(object):
 def __init__(self, make, model, year):
 ...

 class ElectricCar(Car):
 def __init__(self, make, model, year):
 super(ElectricCar, self).__init__(make, model, year)
 ...

```

Функция `super()` должна получать два аргумента: ссылку на класс-потомок и объект `self`. Эти аргументы необходимы для того, чтобы Python мог правильно связать родителя с потомком. Если вы используете наследование в Python 2.7, убедитесь в том, что родитель также определяется с синтаксисом `object`.

## Определение атрибутов и методов класса-потомка

После создания класса-потомка, наследующего от класса-родителя, можно переходить к добавлению новых атрибутов и методов, необходимых для того, чтобы потомок отличался от родителя.

Добавим атрибут, специфический для электромобилей (например, мощность аккумулятора), и метод для вывода информации об этом атрибуте:

```
class Car():
 ...

class ElectricCar(Car):
 """Представляет аспекты машины, специфические для электромобилей."""
 def __init__(self, make, model, year):
 """
 Инициализирует атрибуты класса-родителя.
 Затем инициализирует атрибуты, специфические для электромобиля.
 """
 super().__init__(make, model, year)
 ❶ self.battery_size = 70

 ❷ def describe_battery(self):
 """Выводит информацию о мощности аккумулятора."""
 print("This car has a " + str(self.battery_size) + "-kWh battery.")

my_tesla = ElectricCar('tesla', 'model s', 2016)
print(my_tesla.get_descriptive_name())
my_tesla.describe_battery()
```

В точке ❶ добавляется новый атрибут `self.battery_size`, которому присваивается исходное значение — скажем, 70. Этот атрибут будет присутствовать во всех экземплярах, созданных на основе класса `ElectricCar` (но не во всяком экземпляре `Car`). Также добавляется метод с именем `describe_battery()`, который выводит инфор-

мацию об аккумуляторе в точке ❷. При вызове этого метода выводится описание, которое явно относится только к электромобилям:

```
2016 Tesla Model S
This car has a 70-kWh battery.
```

Возможности специализации класса `ElectricCar` беспредельны. Вы можете добавить сколько угодно атрибутов и методов, чтобы моделировать электромобиль с любой нужной точностью. Атрибуты или методы, которые могут принадлежать любой машине (а не только электромобилю), должны добавляться в класс `Car` вместо `ElectricCar`. Тогда эта информация будет доступна всем пользователям класса `Car`, а класс `ElectricCar` будет содержать только код информации и поведения, специфических для электромобилей.

## Переопределение методов класса-родителя

Любой метод родительского класса, который в моделируемой ситуации делает не то, что нужно, можно переопределить. Для этого в классе-потомке определяется метод с тем же именем, что и у метода класса-родителя. Python игнорирует метод родителя и обращает внимание только на метод, определенный в потомке.

Допустим, в классе `Car` имеется метод `fill_gas_tank()`. Для электромобилей заправка бензином бессмысленна, поэтому этот метод логично переопределить. Например, это можно сделать так:

```
def ElectricCar(Car):
 ...
 def fill_gas_tank():
 """у электромобилей нет бензобака."""
 print("This car doesn't need a gas tank!")
```

И если кто-то попытается вызвать метод `fill_gas_tank()` для электромобиля, Python игнорирует метод `fill_gas_tank()` класса `Car` и выполнит вместо него этот код. С применением наследования потомок сохраняет те аспекты родителя, которые вам нужны, и переопределяет все ненужное.

## Экземпляры как атрибуты

При моделировании явлений реального мира в программах классы нередко дополняются все большим количеством подробностей. Списки атрибутов и методов растут, и через какое-то время файлы становятся длинными и громоздкими. В такой ситуации часть одного класса нередко можно записать в виде отдельного класса. Большой код разбивается на меньшие классы, которые работают во взаимодействии друг с другом.

Например, при дальнейшей доработке класса `ElectricCar` может оказаться, что в нем появилось слишком много атрибутов и методов, относящихся к аккумулятору. В таком случае можно остановиться и переместить все эти атрибуты и методы в отдельный класс с именем `Battery`. Затем экземпляр `Battery` становится атрибутом класса `ElectricCar`:

```

class Car():
 ...

❶ class Battery():
 """Простая модель аккумулятора электромобиля."""

❷ def __init__(self, battery_size=70):
 """Инициализирует атрибуты аккумулятора."""
 self.battery_size = battery_size

❸ def describe_battery(self):
 """Выводит информацию о мощности аккумулятора."""
 print("This car has a " + str(self.battery_size) + "-kWh battery.")

class ElectricCar(Car):
 """Представляет аспекты машины, специфические для электромобилей."""
 def __init__(self, make, model, year):
 """
 Инициализирует атрибуты класса-родителя.
 Затем инициализирует атрибуты, специфические для электромобиля.
 """
 super().__init__(make, model, year)
 ❹ self.battery = Battery()

my_tesla = ElectricCar('tesla', 'model s', 2016)

print(my_tesla.get_descriptive_name())
my_tesla.battery.describe_battery()

```

В точке ❶ определяется новый класс с именем `Battery`, который не наследует ни от одного из других классов. Метод `__init__()` в точке ❷ получает один параметр `battery_size`, кроме `self`. Если значение не предоставлено, этот необязательный параметр задает `battery_size` значение 70. Метод `describe_battery()` также перемещен в этот класс ❸.

Затем в класс `ElectricCar` добавляется атрибут с именем `self.battery` ❹. Эта строка приказывает Python создать новый экземпляр `Battery` (со значением `battery_size` по умолчанию, равным 70, потому что значение не задано) и сохранить его в атрибуте `self.battery`. Это будет происходить при каждом вызове `__init__()`; теперь любой экземпляр `ElectricCar` будет иметь автоматически создаваемый экземпляр `Battery`.

Программа создает экземпляр электромобиля и сохраняет его в переменной `my_tesla`. Когда потребуется вывести описание аккумулятора, необходимо обратиться к атрибуту `battery`:

```
my_tesla.battery.describe_battery()
```

Эта строка приказывает Python обратиться к экземпляру `my_tesla`, найти его атрибут `battery` и вызвать метод `describe_battery()`, связанный с экземпляром `Battery` из атрибута.

Результат выглядит так же, как и в предыдущей версии:

```
2016 Tesla Model S
This car has a 70-kWh battery.
```

Казалось бы, новый вариант требует большой дополнительной работы, но теперь аккумулятор можно моделировать с любой степенью детализации без загромождения класса `ElectricCar`. Добавим в `Battery` еще один метод, который выводит запас хода на основании мощности аккумулятора:

```
class Car():
 ...
 class Battery():
 ...
❶ def get_range(self):
 """Выводит приблизительный запас хода для аккумулятора."""
 if self.battery_size == 70:
 range = 240
 elif self.battery_size == 85:
 range = 270

 message = "This car can go approximately " + str(range)
 message += " miles on a full charge."
 print(message)

class ElectricCar(Car):
 ...
 my_tesla = ElectricCar('tesla', 'model s', 2016)
 print(my_tesla.get_descriptive_name())
 my_tesla.battery.describe_battery()
❷ my_tesla.battery.get_range()
```

Новый метод `get_range()` в точке ❶ проводит простой анализ. Если мощность равна 70, то `get_range()` устанавливает запас хода 240 миль, а при мощности 85 kWh запас хода равен 270 милям. Затем программа выводит это значение. Когда вы захотите использовать этот метод, его придется вызывать через атрибут `battery` в точке ❷.

Результат сообщает запас хода машины в зависимости от мощности аккумулятора:

```
2016 Tesla Model S
This car has a 70-kWh battery.
This car can go approximately 240 miles on a full charge.
```

## Моделирование объектов реального мира

Занявшись моделированием более сложных объектов — таких, как электромобили, — вы столкнетесь со множеством интересных вопросов. Является ли запас хода электромобиля свойством аккумулятора или машины? Если вы описываете только одну машину, вероятно, можно связать метод `get_range()` с классом `Battery`. Но, если моделируется целая линейка машин от производителя, вероятно, метод `get_range()` правильнее будет переместить в класс `ElectricCar`. Метод `get_range()` по-прежнему будет проверять мощность аккумулятора перед определением запаса хода, но он будет сообщать запас хода для той машины, с которой он связан.

Также возможно связать метод `get_range()` с аккумулятором, но передавать ему параметр (например, `car_model`). Метод `get_range()` будет определять запас хода на основании мощности аккумулятора и модели автомобиля.

Если вы начнете ломать голову над такими вопросами, это означает, что вы мыслите на более высоком логическом уровне, не ограничиваясь уровнем синтаксиса. Вы думаете уже не о Python, а о том, как представить реальный мир в коде. И, достигнув этой точки, вы поймете, что однозначно правильного или неправильного подхода к моделированию реальных ситуаций часто не существует. Некоторые методы эффективнее других, но для того, чтобы найти наиболее эффективную реализацию, необходим практический опыт. Если ваш код работает именно так, как вы хотели, — значит, у вас все получается! Не огорчайтесь, если окажется, что вы по несколько раз переписываете свои классы для разных решений. На пути к написанию точного, эффективного кода все программисты проходят через этот процесс.

### УПРАЖНЕНИЯ

9-6. Киоск с мороженым: киоск с мороженым — особая разновидность ресторана. Напишите класс `IceCreamStand`, наследующий от класса `Restaurant` из упражнения 9-1 (с. 165) или упражнения 9-4 (с. 169). Подойдет любая версия класса; просто выберите ту, которая вам больше нравится. Добавьте атрибут с именем `flavors` для хранения списка сортов мороженого. Напишите метод, который выводит этот список. Создайте экземпляр `IceCreamStand` и вызовите этот метод.

9-7. Администратор: администратор — особая разновидность пользователя. Напишите класс с именем `Admin`, наследующий от класса `User` из упражнения 9-3 (с. 165) или упражнения 9-5 (с. 170). Добавьте атрибут `privileges` для хранения списка строк вида «разрешено добавлять сообщения», «разрешено удалять пользователей», «разрешено банить пользователей» и т. д. Напишите метод `show_privileges()` для вывода набора привилегий администратора. Создайте экземпляр `Admin` и вызовите свой метод.

9-8. Привилегии: напишите класс `Privileges`. Класс должен содержать всего один атрибут `privileges` со списком строк из упражнения 9-7. Переместите метод `show_privileges()` в этот класс. Создайте экземпляры `Privileges` как атрибут класса `Admin`. Создайте новый экземпляр `Admin` и используйте свой метод для вывода списка привилегий.

9-9. Обновление аккумулятора: используйте окончательную версию программы `electric_car.py` из этого раздела. Добавьте в класс `Battery` метод с именем `upgrade_battery()`. Этот метод должен проверять размер аккумулятора и устанавливать мощность равной 85, если она имеет другое значение. Создайте экземпляр электромобиля с аккумулятором по умолчанию, вызовите `get_range()`, а затем вызовите `get_range()` во второй раз после вызова `upgrade_battery()`. Убедитесь в том, что запас хода увеличился.

## Импортирование классов

С добавлением новой функциональности в классы файлы могут стать слишком длинными, даже при правильном использовании наследования. В соответствии с общей философией Python файлы не должны загромождаться лишними подробностями. Для этого Python позволяет хранить классы в модулях и импортировать нужные классы в основную программу.

## Импортирование одного класса

Начнем с создания модуля, содержащего только класс `Car`. При этом возникает неочевидный конфликт имен: в этой главе уже был создан файл с именем `car.py`, но этот модуль тоже должен называться `car.py`, потому что в нем содержится код класса `Car`. Мы решим эту проблему, сохранив класс `Car` в модуле с именем `car.py`, заменив им файл `car.py`, который использовался ранее. В дальнейшем любой программе, использующей этот модуль, придется присвоить более конкретное имя файла — например, `my_car.py`. Ниже приведен файл `car.py` с кодом класса `Car`:

```
car.py
❶ """Класс для представления автомобиля."""
class Car():
 """Простая модель автомобиля."""

 def __init__(self, make, model, year):
 """Инициализирует атрибуты описания автомобиля."""
 self.make = make
 self.model = model
 self.year = year
 self.odometer_reading = 0

 def get_descriptive_name(self):
 """Возвращает аккуратно отформатированное описание."""
 long_name = str(self.year) + ' ' + self.make + ' ' + self.model
 return long_name.title()

 def read_odometer(self):
 """Выводит пробег машины в милях."""
 print("This car has " + str(self.odometer_reading) + " miles on it.")

 def update_odometer(self, mileage):
 """
 Устанавливает на одометре заданное значение.
 При попытке обратной подкрутки изменение отклоняется.
 """
 if mileage >= self.odometer_reading:
 self.odometer_reading = mileage
 else:
 print("You can't roll back an odometer!")

 def increment_odometer(self, miles):
 """Увеличивает показания одометра с заданным приращением."""
 self.odometer_reading += miles
```

В точке ❶ включается строка документации уровня модуля с кратким описанием содержимого модуля. Пишите строки документации для каждого созданного вами модуля.

Теперь мы создадим отдельный файл с именем `my_car.py`. Этот файл импортирует класс `Car` и создает экземпляр этого класса:

```
my_car.py
❶ from car import Car
```

```
my_new_car = Car('audi', 'a4', 2016)
print(my_new_car.get_descriptive_name())

my_new_car.odometer_reading = 23
my_new_car.read_odometer()
```

Команда `import` в точке ❶ приказывает Python открыть модуль `car` и импортировать класс `Car`. Теперь мы можем использовать класс `Car` так, как если бы он был определен в этом файле. Результат остается тем же, что и в предыдущей версии:

```
2016 Audi A4
This car has 23 miles on it.
```

Импортирование классов повышает эффективность программирования. Представьте, каким длинным получился бы файл этой программы, если бы в него был включен весь класс `Car`. Перемещая класс в модуль и импортируя этот модуль, вы получаете ту же функциональность, но основной файл программы при этом остается чистым и удобочитаемым. Большая часть логики также может храниться в отдельных файлах; когда ваши классы работают так, как положено, вы можете забыть об этих файлах и сосредоточиться на высокоуровневой логике основной программы.

## Хранение нескольких классов в модуле

В одном модуле можно хранить сколько угодно классов, хотя все эти классы должны быть каким-то образом связаны друг с другом. Оба класса `Battery` и `ElectricCar` используются для представления автомобилей, поэтому мы добавим их в модуль `car.py`:

```
car.py
"""Классы для представления машин с бензиновым и электродвигателем."""

class Car():
 ...

class Battery():
 """Простая модель аккумулятора электромобиля."""
 def __init__(self, battery_size=60):
 """Инициализация атрибутов аккумулятора."""
 self.battery_size = battery_size
 def describe_battery(self):
 """Выводит информацию о мощности аккумулятора."""
 print("This car has a " + str(self.battery_size) + "-kWh battery.")

 def get_range(self):
 """Выводит приблизительный запас хода для аккумулятора."""
 if self.battery_size == 70:
 range = 240
 elif self.battery_size == 85:
 range = 270
 else:
 range = 240
 print("This car can go approximately " + str(range) +
 " miles on a full charge.")
```

```

message = "This car can go approximately " + str(range)
message += " miles on a full charge."
print(message)

class ElectricCar(Car):
 """Представляет аспекты машины, специфические для электромобилей."""
 def __init__(self, make, model, year):
 """
 Инициализирует атрибуты класса-родителя.
 Затем инициализирует атрибуты, специфические для электромобиля.
 """
 super().__init__(make, model, year)
 self.battery = Battery()

```

Теперь вы можете создать новый файл с именем `my_electric_car.py`, импортировать класс `ElectricCar` и создать новый экземпляр электромобиля:

```

my_electric_car.py
from car import ElectricCar

my_tesla = ElectricCar('tesla', 'model s', 2016)

print(my_tesla.get_descriptive_name())
my_tesla.battery.describe_battery()
my_tesla.battery.get_range()

```

Программа выводит тот же результат, что и в предыдущем случае, хотя большая часть ее логики скрыта в модуле:

```

2016 Tesla Model S
This car has a 70-kWh battery.
This car can go approximately 240 miles on a full charge.

```

## Импортирование нескольких классов из модуля

В файл программы можно импортировать столько классов, сколько потребуется. Если вы захотите создать обычный автомобиль и электромобиль в одном файле, потребуется импортировать оба класса, `Car` и `ElectricCar`:

```

my_cars.py
❶ from car import Car, ElectricCar

❷ my_beetle = Car('volkswagen', 'beetle', 2016)
print(my_beetle.get_descriptive_name())

❸ my_tesla = ElectricCar('tesla', 'roadster', 2016)
print(my_tesla.get_descriptive_name())

```

Чтобы импортировать несколько классов из модуля, разделите их имена запятыми ❶. После того как необходимые классы будут импортированы, вы можете создать столько экземпляров каждого класса, сколько потребуется.

В этом примере создается обычный автомобиль Volkswagen Beetle ❷ и электромобиль Tesla Roadster ❸:

```
2016 Volkswagen Beetle
2016 Tesla Roadster
```

## Импортирование всего модуля

Также возможно импортировать весь модуль, а потом обращаться к нужным классам с использованием точечной записи. Этот способ прост, а полученный код легко читается. Так как каждый вызов, создающий экземпляр класса, включает имя модуля, в программе не будет конфликтов с именами, используемыми в текущем файле.

```
my_cars.py
❶ import car

❷ my_beetle = car.Car('volkswagen', 'beetle', 2016)
print(my_beetle.get_descriptive_name())

❸ my_tesla = car.ElectricCar('tesla', 'roadster', 2016)
print(my_tesla.get_descriptive_name())
```

В точке ❶ импортируется весь модуль `car`, после чего программа обращается к нужным классам с использованием синтаксиса `имя_модуля.имя_кл ss`. В точке ❷ снова создается экземпляр Volkswagen Beetle, а в точке ❸ — экземпляр Tesla Roadster.

## Импортирование всех классов из модуля

Для импортирования всех классов из модуля используется следующий синтаксис:

```
from имя_модуля import *
```

Использовать этот способ не рекомендуется по двум причинам. Прежде всего, бывает полезно прочитать команды `import` в начале файла и получить четкое представление о том, какие классы используются в программе, а при таком подходе неясно, какие классы из модуля нужны программе. Также возможны конфликты с именами в файле. Если вы случайно импортируете класс с именем, уже присутствующим в файле, в программе могут возникнуть коварные ошибки. Почему я привожу описание этого способа? Хотя использовать его не рекомендуется, скорее всего, вы встретите его в коде других разработчиков.

Итак, если вам нужно импортировать большое количество классов из модуля, лучше импортировать весь модуль и воспользоваться синтаксисом `имя_модуля.имя_кл ss`. Хотя вы не видите перечень всех используемых классов в начале файла, по крайней мере ясно видно, где модуль используется в программе. Также предотвращаются потенциальные конфликты имен, которые могут возникнуть при импортировании каждого класса в модуле.

## Импортирование модуля в модуль

Иногда классы приходится распределять по нескольким модулям, чтобы избежать чрезмерного разрастания одного файла и хранения несвязанных классов в одном модуле. При хранении классов в нескольких модулях может оказаться, что один класс из одного модуля зависит от класса из другого модуля. В таких случаях необходимый класс можно импортировать в первый модуль.

Допустим, класс `Car` хранится в одном модуле, а классы `ElectricCar` и `Battery` — в другом. Мы создадим новый модуль с именем `electric_car.py` (он заменит файл `electric_car.py`, созданный ранее) и скопируем в него только классы `Battery` и `ElectricCar`:

```
electric_car.py
"""
Набор классов для представления электромобилей."""
❶ from car import Car

class Battery():
 ...

class ElectricCar(Car):
 ...
```

Классу `ElectricCar` необходим доступ к классу-родителю `Car`, поэтому класс `Car` импортируется прямо в модуль в точке ❶. Если вы забудете вставить эту команду, при попытке создания экземпляра `ElectricCar` произойдет ошибка. Также необходимо обновить модуль `Car`, чтобы он содержал только класс `Car`:

```
car.py
"""
Простая модель автомобиля."""

class Car():
 ...
```

Теперь вы можете импортировать классы из каждого модуля по отдельности и создать ту разновидность машины, которая вам нужна:

```
my_cars.py
❶ from car import Car
from electric_car import ElectricCar

my_beetle = Car('volkswagen', 'beetle', 2016)
print(my_beetle.get_descriptive_name())

my_tesla = ElectricCar('tesla', 'roadster', 2016)
print(my_tesla.get_descriptive_name())
```

В точке ❶ класс `Car` импортируется из своего модуля, а класс `ElectricCar` — из своего. После этого создаются экземпляры обоих разновидностей. Вывод показывает, что экземпляры были созданы правильно:

```
2016 Volkswagen Beetle
2016 Tesla Roadster
```

## Выработка рабочего процесса

Как видите, Python предоставляет много возможностей структурирования кода в крупных проектах. Вы должны знать все эти возможности, чтобы найти лучшие способы организации своих проектов, а также лучше понимать код других разработчиков.

На первых порах постарайтесь поддерживать простую структуру своего кода. Попробуйте разместить весь код в одном файле и, только когда все заработает, переместите классы в отдельные модули. Если вам нравится схема взаимодействия между модулями и файлами, попробуйте сохранить классы в модулях в начале работы над проектом. Найдите подход, при котором у вас получается работоспособный код, и двигайтесь дальше.

### УПРАЖНЕНИЯ

9-10. Импортирование класса Restaurant: возьмите последнюю версию класса Restaurant и сохраните ее в модуле. Создайте отдельный файл, импортирующий класс Restaurant. Создайте экземпляр Restaurant и вызовите один из методов Restaurant, чтобы показать, что команда `import` работает правильно.

9-11. Импортирование класса Admin: начните с версии класса из упражнения 9-8 (с. 176). Сохраните классы User, Privileges и Admin в одном модуле. Создайте отдельный файл, создайте экземпляр Admin и вызовите метод `show_privileges()`, чтобы показать, что все работает правильно.

9-12. Множественные модули: сохраните класс User в одном модуле, а классы Privileges и Admin в другом модуле. В отдельном файле создайте экземпляр Admin и вызовите метод `show_privileges()`, чтобы показать, что все работает правильно.

## Стандартная библиотека Python

Стандартная библиотека Python представляет собой набор модулей, включаемых в каждую установленную копию Python. Сейчас вы уже примерно понимаете, как работают классы, и можете начать использовать модули, написанные другими программистами. Чтобы использовать любую функцию или класс из стандартной библиотеки, достаточно включить простую команду `import` в начало файла. Для примера рассмотрим класс `OrderedDict` из модуля `collections`.

Как вы уже знаете, словари позволяют связывать информационные фрагменты, но они не отслеживают порядок добавления пар «ключ—значение». Если вы хотите создать словарь, но при этом сохранить порядок добавления пар «ключ—значение», воспользуйтесь классом `OrderedDict` из модуля `collections`. Экземпляры класса `OrderedDict` ведут себя практически так же, как и словари, если не считать того, что они отслеживают порядок добавления пар «ключ—значение».

Вернемся к примеру `favorite_languages.py` из главы 6. На этот раз программа будет отслеживать порядок, в котором участники отвечают на опрос:

*favorite\_languages.py*

```
❶ from collections import OrderedDict
❷ favorite_languages = OrderedDict()
```

```

❸ favorite_languages['jen'] = 'python'
favorite_languages['sarah'] = 'c'
favorite_languages['edward'] = 'ruby'
favorite_languages['phil'] = 'python'
❹ for name, language in favorite_languages.items():
 print(name.title() + "'s favorite language is " +
 language.title() + ".")

```

Сначала программа импортирует класс `OrderedDict` из модуля `collections` в точке ❶. В точке ❷ создается экземпляр класса `OrderedDict`, который сохраняется в `favorite_languages`. Обратите внимание на отсутствие фигурных скобок; вызов `OrderedDict()` создает пустой упорядоченный словарь и сохраняет его в `favorite_languages`. Затем пары из имени и языка последовательно добавляются в словарь ❸. Теперь при переборе `favorite_languages` в точке ❹ данные всегда будут выдаваться в порядке их добавления:

```

Jen's favorite language is Python.
Sarah's favorite language is C.
Edward's favorite language is Ruby.
Phil's favorite language is Python.

```

Это чрезвычайно полезный класс, объединяющий основное преимущество списков (сохранение исходного порядка) с главной особенностью словарей (связывание двух видов информации). Когда вы займетесь моделированием реальных ситуаций, может возникнуть ситуация, в которой упорядоченный словарь окажется именно тем, что вам необходимо. А по мере изучения стандартной библиотеки вы узнаете о других полезных модулях, которые помогут вам в решении типичных задач.

## ПРИМЕЧАНИЕ

Модули также можно загружать из внешних источников. Соответствующие примеры встретятся вам в части II, в которой для завершения работы над проектами мы будем использовать внешние модули.

## УПРАЖНЕНИЯ

9-13. Переработка с `OrderedDict Rewrite`: начните с упражнения 6-4 (с. 113), в котором стандартный словарь используется для представления глоссария. Перепишите программу с использованием класса `OrderedDict` и убедитесь в том, что порядок вывода совпадает с порядком добавления пар «ключ—значение» в словарь.

9-14. Кубики: модуль `random` содержит функции для генерирования случайных чисел различными способами. Функция `randint()` возвращает целое число в заданном диапазоне. Следующий код возвращает число от 1 до 6:

```

from random import randint
x = randint(1, 6)

```

Создайте класс `Die` с одним атрибутом с именем `sides`, который содержит значение по умолчанию 6. Напишите метод `roll_die()` для вывода случайного числа от 1 до количества сторон кубика. Создайте экземпляр, моделирующий 6-гранный кубик, и имитируйте 10 бросков.

Создайте модели 10- и 20-гранных кубиков. Имитируйте 10 бросков каждого кубика.

9-15. Модуль недели: для знакомства со стандартной библиотекой Python отлично подойдет сайт `Python Module of the Week`. Откройте сайт <http://pymotw.com/> и просмотрите оглавление. Найдите модуль, который покажется вам интересным, и прочтайте про него или изучите документацию по модулям `collections` и `random`.

## Оформление классов

В стилевом оформлении классов есть несколько моментов, о которых стоит упомянуть отдельно, особенно с усложнением ваших программ.

Имена классов должны записываться в «верблюжьей» схеме: первая буква каждого слова записывается в верхнем регистре, слова не разделяются пробелами. Имена экземпляров и модулей записываются в нижнем регистре с разделением слов символами подчеркивания.

Каждый класс должен иметь строку документации, следующую сразу же за определением класса. Стока документации должна содержать краткое описание того, что делает класс, и в ней должны соблюдаться те же соглашения по форматированию, которые вы использовали при написании строк документации в функциях. Каждый модуль также должен содержать строку документации с описанием возможных применений классов в модуле.

Пустые строки могут использоваться для структурирования кода, но злоупотреблять ими не стоит. В классах можно разделять методы одной пустой строкой, а в модулях для разделения классов можно использовать две пустые строки.

Если вам потребуется импортировать модуль из стандартной библиотеки и модуль из библиотеки, написанной вами, начните с команды `import` для модуля стандартной библиотеки. Затем добавьте пустую строку и команду `import` для модуля, написанного вами. В программах с несколькими командами `import` выполнение этого соглашения поможет понять, откуда берутся разные модули, использованные в программе.

## Итоги

В этой главе вы узнали, как написать собственные классы. Вы научились хранить информацию в классе с использованием атрибутов и наделять свои классы нужным поведением. Вы узнали, как написать методы `__init__()` для создания экземпляров ваших классов с нужными значениями атрибутов и как изменять атрибуты экземпляров напрямую и через методы. Также было показано, что наследование может упростить создание логически связанных классов и что экземпляры одного класса могут использоваться как атрибуты другого класса для упрощения кода классов.

Вы узнали, что хранение классов в модулях и импортирование необходимых классов в файлы, где они будут использоваться, улучшает организацию проектов. Вы познакомились со стандартной библиотекой Python и рассмотрели пример, основанный на классе `OrderedDict` из модуля `collections`. Наконец, вы научились оформлять свои классы с использованием общепринятых соглашений Python.

В главе 10 вы научитесь работать с файлами и сохранять результаты работы, выполненной в программе. Также будут рассмотрены *исключения* — экземпляры специального класса Python, предназначенного для передачи информации о возникающих ошибках.

# 10

## Файлы и исключения

Вы уже овладели основными навыками, необходимыми для создания хорошо структурированных и удобных в использовании программ; теперь пора подумать о том, как сделать ваши программы еще более удобными и полезными. В этой главе вы научитесь работать с файлами, чтобы ваши программы могли быстро анализировать большие объемы данных.

В этой главе вы научитесь обрабатывать ошибки, чтобы возникновение аномальных ситуаций не приводило к аварийному завершению ваших программ. Мы рассмотрим исключения — специальные объекты, которые создаются для управления ошибками, возникающими во время выполнения программ Python. Также будет описан модуль `json`, позволяющий сохранять пользовательские данные, чтобы они не терялись при завершении работы программы.

Работа с файлами и сохранение данных упрощают использование ваших программ. Пользователь сам выбирает, какие данные и когда нужно вводить. Он может запустить вашу программу, выполнить некоторую работу, потом закрыть программу и позднее продолжить работу с того момента, на котором он прервался. Умение обрабатывать исключения поможет справиться с такими ситуациями, как отсутствие нужных файлов, а также с другими проблемами, приводящими к сбою программ. Обработка исключений повысит устойчивость ваших программ при работе с некорректными данными — появившимися как из-за случайных ошибок, так и из-за злонамеренных попыток взлома ваших программ. Материал, представленный в этой главе, сделает ваши программы более практическими, удобными и надежными.

### Чтение из файла

Гигантские объемы данных доступны в текстовых файлах. В них могут храниться погодные данные, социально-экономическая информация, литературные произведения и многое другое. Чтение из файла особенно актуально для приложений, предназначенных для анализа данных, но оно также может пригодиться в любой ситуации, требующей анализа или изменения информации, хранящейся в файле. Например, программа может читать содержимое текстового файла и переписывать его с форматированием, рассчитанным на отображение информации в браузере.

Работа с информацией в текстовом файле начинается с чтения данных в память. Вы можете прочитать все содержимое файла или же читать данные по строкам.

## Чтение всего файла

Для начала нам понадобится файл с несколькими строками текста. Пусть это будет файл с числом «пи» с точностью до 30 знаков, по 10 знаков на строку:

```
pi_digits.txt
3.1415926535
8979323846
2643383279
```

Чтобы опробовать эти примеры, либо введите данные в редакторе и сохраните файл с именем `pi_digits.txt`, либо загрузите файл из ресурсов книги на странице <https://www.nostarch.com/pythoncrashcourse/>. Сохраните файл в каталоге, в котором будут храниться программы этой главы.

Следующая программа открывает этот файл, читает его и выводит содержимое на экран:

```
file_reader.py
with open('pi_digits.txt') as file_object:
 contents = file_object.read()
 print(contents)
```

В первой строке этой программы многое заслуживает вашего внимания. Начнем с функции `open()`. Чтобы выполнить любые операции с файлом — даже просто вывести его содержимое, — сначала необходимо *открыть* файл. Функция `open()` получает один аргумент: имя открываемого файла. Python ищет файл с указанным именем в каталоге, в котором находится файл текущей программы. В данном примере выполняется программа `file_reader.py`, поэтому Python ищет файл `pi_digits.txt` в каталоге, в котором хранится `file_reader.py`. Функция `open()` возвращает объект, представляющий файл. В данном случае `open('pi_digits.txt')` возвращает объект, представляющий файл `pi_digits.txt`. Python сохраняет этот объект в переменной `file_object`, с которой мы будем работать позднее в программе.

Конструкция с ключевым словом `with` закрывает файл после того, как надобность в нем отпадет. Обратите внимание: в этой программе есть вызов `open()`, но нет вызова `close()`. Файлы можно открывать и закрывать явными вызовами `open()` и `close()`; но если из-за ошибки в программе команда `close()` останется невыполненной, то файл не будет закрыт. На первый взгляд это не страшно, но некорректное закрытие файлов может привести к потере или порче данных. А если функция `close()` будет вызвана слишком рано, программа попытается работать с закрытым (то есть недоступным) файлом, что приведет к новым ошибкам. Не всегда можно заранее определить, когда нужно закрывать файл, но с приведенной конструкцией Python сделает это за вас. Вам остается лишь открыть файл и работать с ним так, как требуется, надеясь на то, что Python закроет его автоматически в правильный момент.

После того как в программе появится объект, представляющий файл `pi_digits.txt`, во второй строке программы используется метод `read()`, который читает все содержимое файла и сохраняет его содержимое в одной длинной строке в переменной

`contents`. При выводе значения `contents` на экране появляется все содержимое файла:

```
3.1415926535
8979323846
2643383279
```

Единственное различие между выводом и исходным файлом — лишняя пустая строка в конце вывода. Откуда она взялась? Метод `read()` возвращает ее при чтении, если достигнут конец файла. Если вы хотите удалить лишнюю пустую строку, включите вызов `rstrip()` в команду `print`:

```
with open('pi_digits.txt') as file_object:
 contents = file_object.read()
 print(contents.rstrip())
```

Напомним, что метод `rstrip()` удаляет все пропуски в конце строки. Теперь вывод точно соответствует содержимому исходного файла:

```
3.1415926535
8979323846
2643383279
```

## Пути к файлам

Если передать функции `open()` простое имя файла, такое как `pi_digits.txt`, Python ищет файл в том каталоге, в котором находится файл, выполняемый в настоящий момент (то есть файл программы `.py`).

В некоторых случаях (в зависимости от того, как организованы ваши рабочие файлы) открываемый файл может и не находиться в одном каталоге с файлом программы. Например, файл программы может находиться в каталоге `python_work`; в каталоге `python_work` создается другой каталог с именем `text_files` для текстовых файлов, с которыми работает программа. И хотя папка `text_files` находится в `python_work`, простая передача `open()` имени файла из `text_files` не подойдет, потому что Python проведет поиск файла в `python_work` и на этом остановится; поиск не будет продолжен во вложенным каталоге `text_files`. Чтобы открыть файлы из каталога, отличного от того, в котором хранится файл программы, необходимо указать *путь* — то есть приказать Python искать файлы в конкретном месте файловой системы.

Так как каталог `text_files` находится в `python_work`, для открытия файла из `text_files` можно воспользоваться *относительным* путем. Относительный путь приказывает Python искать файлы в каталоге, который задается *относительно* каталога, в котором находится текущий файл программы. В системе Linux и OS X это выглядит так:

```
with open('text_files/имя_файла.txt') as file_object:
```

Эта строка означает, что файл `.txt` следует искать в каталоге `text_files`; она предполагает, что каталог `text_files` находится в `python_work` (так оно и есть). В системах Windows в путях к файлам вместо слеша `(/)` используется обратный слеш `(\)`:

```
with open('text_files\имя_файла.txt') as file_object:
```

Также можно точно определить местонахождение файла в вашей системе независимо от того, где хранится выполняемая программа. Такие пути называются *абсолютными* и используются в том случае, если относительный путь не работает. Например, если каталог `text_files` находится не в `python_work`, а в другом каталоге (скажем, в каталоге с именем `other_files`), то передать `open()` путь '`text_files/filename.txt`' не получится, потому что Python будет искать указанный каталог только внутри `python_work`. Чтобы объяснить Python, где следует искать файл, необходимо записать полный путь.

Абсолютные пути обычно длиннее относительных, поэтому их лучше сохранять в переменных, которые затем передаются `open()`. В Linux и OS X абсолютные пути выглядят так:

```
file_path = '/home/ehmatthes/other_files/text_files/имя_файла.txt'
with open(file_path) as file_object:
```

В Windows они выглядят так:

```
file_path = 'C:\Users\ehmatthes\other_files\text_files\имя_файла.txt'
with open(file_path) as file_object:
```

С абсолютными путями вы сможете читать файлы из любого каталога вашей системы. Пока будет проще хранить файлы в одном каталоге с файлами программ или в каталогах, вложенных в каталог с файлами программ (таких как `text_files` из рассмотренного примера).

### ПРИМЕЧАНИЕ

Иногда в системах семейства Windows слеш в пути к файлам интерпретируется правильно. Если вы используете Windows, но не получаете ожидаемых результатов, попробуйте использовать символы обратного слеша.

## Чтение по строкам

В процессе чтения файла часто бывает нужно обработать каждую строку. Возможно, вы ищете некую информацию в файле или собираетесь каким-то образом изменить текст, например при чтении файла с метеорологическими данными вы обрабатываете каждую строку, у которой в описании погоды встречается слово «солнечно». Или, допустим, в новостях вы ищете каждую строку с тегом заголовка и заменяете ее специальными элементами форматирования.

Для последовательной обработки каждой строки в файле можно воспользоваться циклом `for`:

```
file_reader.py
❶ filename = 'pi_digits.txt'

❷ with open(filename) as file_object:
❸ for line in file_object:
 print(line)
```

В точке ❶ имя файла, из которого читается информация, сохраняется в переменной `filename`. Это стандартный прием при работе с файлами: так как переменная

`filename` не представляет конкретный файл (это всего лишь строка, которая сообщает Python, где найти файл), вы сможете легко заменить '`pi_digits.txt`' именем другого файла, с которым вы собираетесь работать. После вызова `open()` объект, представляющий файл и его содержимое, сохраняется в переменной `file_object` ❷. Мы снова используем синтаксис `with`, чтобы поручить Python открывать и закрывать файл в нужный момент. Для просмотра содержимого все строки файла перебираются в цикле `for` по объекту файла ❸.

На этот раз пустых строк оказывается еще больше:

```
3.1415926535
```

```
8979323846
```

```
2643383279
```

Пустые строки появляются из-за того, что каждая строка в текстовом файле завершается невидимым символом новой строки. Команда `print` добавляет свой символ новой строки при каждом вызове, поэтому в результате каждая строка завершается *двумя* символами новой строки: один прочитан из файла, а другой добавлен командой `print`. Вызов `rstrip()` в команде `print` удаляет лишние пустые строки:

```
filename = 'pi_digits.txt'

with open(filename) as file_object:
 for line in file_object:
 print(line.rstrip())
```

Теперь вывод снова соответствует содержимому файла:

```
3.1415926535
8979323846
2643383279
```

## Создание списка строк по содержимому файла

При использовании `with` объект файла, возвращаемый вызовом `open()`, доступен только в пределах содержащего его блока `with`. Если вы хотите, чтобы содержимое файла оставалось доступным за пределами блока `with`, сохраните строки файла в списке внутри блока и в дальнейшем работайте с полученным списком. Одни части файла можно обработать немедленно и отложить другие для обработки в будущем.

В следующем примере строки `pi_digits.txt` сохраняются в списке в блоке `with`, после чего выводятся за пределами этого блока:

```
filename = 'pi_digits.txt'

❶ with open(filename) as file_object:
 lines = file_object.readlines()
```

```
❷ for line in lines:
 print(line.rstrip())
```

В точке ❶ метод `readlines()` последовательно читает каждую строку из файла и сохраняет ее в списке. Список сохраняется в переменной `lines`, с которой можно продолжить работу после завершения блока `with`. В точке ❷ в простом цикле `for` выводятся все элементы списка `lines`. Так как каждый элемент `lines` соответствует ровно одной строке файла, вывод точно соответствует его содержимому.

## Работа с содержимым файла

После того как файл будет прочитан в память, вы сможете обрабатывать данные так, как считаете нужным. Для начала попробуем построить одну строку со всеми цифрами из файла без промежуточных пропусков:

```
pi_string.py
filename = 'pi_digits.txt'

with open(filename) as file_object:
 lines = file_object.readlines()

❶ pi_string = ''
❷ for line in lines:
 pi_string += line.rstrip()

❸ print(pi_string)
print(len(pi_string))
```

Сначала программа открывает файл и сохраняет каждую строку цифр в списке — точно так же, как это делалось в предыдущем примере. В точке ❶ создается переменная `pi_string` для хранения цифр числа «пи». Далее следует цикл, который добавляет к `pi_string` каждую серию цифр, из которой удаляется символ новой строки ❷. В точке ❸ программа выводит строку и ее длину:

```
3.1415926535 8979323846 2643383279
36
```

Переменная `pi_string` содержит пропуски, которые присутствовали в начале каждой строки цифр. Чтобы удалить их, достаточно использовать `strip()` вместо `rstrip()`:

```
filename = 'pi_30_digits.txt'

with open(filename) as file_object:
 lines = file_object.readlines()

pi_string = ''
for line in lines:
 pi_string += line.strip()

print(pi_string)
print(len(pi_string))
```

В итоге мы получаем строку, содержащую значение «пи» с точностью до 30 знаков. Длина строки равна 32 символам, потому что в нее также включается начальная цифра 3 и точка:

```
3.141592653589793238462643383279
32
```

#### ПРИМЕЧАНИЕ

Читая данные из текстового файла, Python интерпретирует весь текст в файле как строку. Если вы читаете из текстового файла число и хотите работать с ним в числовом контексте, преобразуйте его в целое число функцией `int()` или в вещественное число функцией `float()`.

## Большие файлы: миллион цифр

До настоящего момента мы ограничивались анализом текстового файла, который состоял всего из трех строк, но код этих примеров будет работать и с намного большими файлами. Начиная с текстового файла, содержащего значение «пи» до 1 000 000 знаков (вместо 30), вы сможете создать одну строку, которая содержит все эти цифры. Изменять программу вообще не придется — достаточно передать ей другой файл. Также мы ограничимся выводом первых 50 цифр, чтобы не пришлось ждать, пока в терминале не прокрутится миллион знаков:

```
pi_string.py
filename = 'pi_million_digits.txt'

with open(filename) as file_object:
 lines = file_object.readlines()
 pi_string = ''
 for line in lines:
 pi_string += line.strip()

 print(pi_string[:52] + "...")
 print(len(pi_string))
```

Из выходных данных видно, что строка действительно содержит значение «пи» с точностью до 1 000 000 знаков:

```
3.1415926535897932384626433832795028841971693993751...
1000002
```

Python не устанавливает никаких ограничений на длину данных, с которыми вы можете работать. Она ограничивается разве что объемом памяти вашей системы.

#### ПРИМЕЧАНИЕ

Для запуска этой программы (и многих других примеров, приведенных ниже) необходимо загрузить ресурсы по адресу <https://www.nostarch.com/pythoncrashcourse/>.

## Проверка дня рождения

Меня всегда интересовало, не встречается ли мой день рождения среди цифр числа «пи»? Воспользуемся только что созданной программой для проверки того, входит ли запись дня рождения пользователя в первый миллион цифр. Для этого можно записать день рождения в виде строки из цифр и посмотреть, присутствует ли эта строка в `pi_string`:

```
filename = 'pi_million_digits.txt'

with open(filename) as file_object:
 lines = file_object.readlines()

pi_string = ''
for line in lines:
 pi_string += line.rstrip()

❶ birthday = input("Enter your birthday, in the form mmddyy: ")
❷ if birthday in pi_string:
 print("Your birthday appears in the first million digits of pi!")
else:
 print("Your birthday does not appear in the first million digits of pi.")
```

В точке ❶ программа запрашивает день рождения пользователя, а затем в точке ❷ проверяет вхождение этой строки в `pi_string`. Пробуем:

```
Enter your birthdate, in the form mmddyy: 120372
Your birthday appears in the first million digits of pi!
```

Оказывается, мой день рождения встречается среди цифр «пи»! После того как данные будут прочитаны из файла, вы сможете делать с ними все, что сочтете нужным.

### УПРАЖНЕНИЯ

10-1. Изучение Python: откройте пустой файл в текстовом редакторе и напишите несколько строк текста о возможностях Python. Каждая строка должна начинаться с фразы: «In Python you can...». Сохраните файл под именем `learning_python.txt` в каталоге, использованном для примеров этой главы. Напишите программу, которая читает файл и выводит текст три раза: с чтением всего файла, с перебором строк объекта файла и с сохранением строк в списке с последующим выводом списка вне блока `with`.

10-2. Изучение С: метод `replace()` может использоваться для замены любого слова в строке другим словом. В следующем примере слово 'dog' заменяется словом 'cat':

```
>>> message = "I really like dogs."
>>> message.replace('dog', 'cat')
'I really like cats.'
```

Прочитайте каждую строку из только что созданного файла `learning_python.txt` и замените слово Python названием другого языка, например С. Выведите каждую измененную строку на экран.

## Запись в файл

Один из простейших способов сохранения данных — запись в файл. Текст, записанный в файл, останется доступным и после закрытия терминала с выводом вашей программы. Вы сможете проанализировать результаты после завершения программы или передать свои файлы другим. Вы также сможете написать программы, которые снова читают сохраненный текст в память и работают с ним.

### Запись в пустой файл

Чтобы записать текст в файл, необходимо вызвать `open()` со вторым аргументом, который сообщает Python, что вы собираетесь записывать данные в файл. Чтобы увидеть, как это делается, напишем простое сообщение и сохраним его в файле (вместо того чтобы просто вывести на экран):

```
write_message.py
filename = 'programming.txt'

❶ with open(filename, 'w') as file_object:
❷ file_object.write("I love programming.")
```

При вызове `open()` в этом примере передаются два аргумента ❶. Первый аргумент, как и прежде, содержит имя открываемого файла. Второй аргумент '`w`' сообщает Python, что файл должен быть открыт в режиме записи. Файлы можно открывать в режиме чтения ('`r`'), записи ('`w`'), присоединения ('`a`') или в режиме, допускающем как чтение, так и запись в файл ('`r+`'). Если аргумент режима не указан, Python по умолчанию открывает файл в режиме только для чтения.

Если файл, открываемый для записи, еще не существует, функция `open()` автоматически создает его. Будьте внимательны, открывая файл в режиме записи ('`w`'): если файл *существует*, то Python уничтожит его данные перед возвращением объекта файла.

В точке ❷ метод `write()` используется с объектом файла для записи строки в файл. Программа не выводит данные на терминал, но, открыв файл `programming.txt`, вы увидите в нем одну строку:

```
programming.txt
I love programming.
```

Этот файл ничем не отличается от любого другого текстового файла на вашем компьютере. Его можно открыть, записать в него новый текст, скопировать/вставить текст и т. д.

### ПРИМЕЧАНИЕ

Python может записывать в текстовые файлы только строковые данные. Если вы захотите сохранить в текстовом файле числовую информацию, данные придется предварительно преобразовать в строки функцией `str()`.

## Многострочная запись

Функция `write()` не добавляет символы новой строки в записываемый текст. А это означает, что если вы записываете сразу несколько строк без включения символов новой строки, полученный файл может выглядеть не так, как вы рассчитывали:

```
filename = 'programming.txt'

with open(filename, 'w') as file_object:
 file_object.write("I love programming.")
 file_object.write("I love creating new games.")
```

Открыв файл `programming.txt`, вы увидите, что две строки «склеились»:

```
I love programming.I love creating new games.
```

Если включить символы новой строки в команды `write()`, текст будет состоять из двух строк:

```
filename = 'programming.txt'

with open(filename, 'w') as file_object:
 file_object.write("I love programming.\n")
 file_object.write("I love creating new games.\n")
```

Результат выглядит так:

```
I love programming.
I love creating new games.
```

Для форматирования вывода также можно использовать пробелы, символы табуляции и пустые строки по аналогии с тем, как это делалось с выводом на терминал.

## Присоединение данных к файлу

Если вы хотите добавить в файл новые данные вместо того, чтобы перезаписывать существующее содержимое, откройте файл в режиме присоединения. В этом случае Python не уничтожает содержимое файла перед возвращением объекта файла. Все строки, выводимые в файл, будут добавлены в конец файла. Если файл еще не существует, то Python автоматически создаст пустой файл.

Изменим программу `write_message.py` и дополним существующий файл `programming.txt` новыми данными:

```
write_message.py
filename = 'programming.txt'

❶ with open(filename, 'a') as file_object:
❷ file_object.write("I also love finding meaning in large datasets.\n")
 file_object.write("I love creating apps that can run in a browser.\n")
```

В точке ❶ аргумент `'a'` используется для открытия файла в режиме присоединения (вместо перезаписи существующего файла). В точке ❷ записываются две новые строки, которые добавляются к содержимому `programming.txt`:

```
programming.txt
I love programming.
I love creating new games.
I also love finding meaning in large datasets.
I love creating apps that can run in a browser.
```

В результате к исходному содержимому файла добавляется новый текст.

### УПРАЖНЕНИЯ

10-3. Гость: напишите программу, которая запрашивает у пользователя его имя. Введенный ответ сохраняется в файле с именем `guest.txt`.

10-4. Гостевая книга: напишите цикл `while`, который в цикле запрашивает у пользователей имена. При вводе каждого имени выведите на экран приветствие и добавьте строку с сообщением в файл с именем `guest_book.txt`. Проследите за тем, чтобы каждое сообщение размещалось в отдельной строке файла.

10-5. Опрос: напишите цикл `while`, в котором программа спрашивает у пользователя, почему ему нравится программировать. Каждый раз, когда пользователь вводит очередную причину, сохраните текст его ответа в файле.

## Исключения

Для управления ошибками, возникающими в ходе выполнения программы, в Python используются специальные объекты, называемые *исключениями*. Если при возникновении ошибки Python не знает, что делать дальше, создается объект исключения. Если в программу включен код обработки исключения, то выполнение программы продолжится, а если нет — программа останавливается и выводит трассировку с отчетом об исключении.

Исключения обрабатываются в блоках `try-except`. Блок `try-except` приказывает Python выполнить некоторые действия, но при этом также сообщает, что нужно делать при возникновении исключения. С блоками `try-except` ваши программы будут работать даже в том случае, если что-то пошло не так. Вместо невразумительной трассировки выводится понятное сообщение об ошибке, которое вы определяете в программе.

### Обработка исключения `ZeroDivisionError`

Рассмотрим простую ошибку, при которой Python инициирует исключение. Конечно, вы знаете, что деление на ноль невозможно, но мы все же прикажем Python выполнить эту операцию:

```
division.py
print(5/0)
```

Из этого ничего не выйдет, поэтому на экран выводятся данные трассировки:

```
Traceback (most recent call last):
 File "division.py", line 1, in <module>
 print(5/0)
❶ ZeroDivisionError: division by zero
```

Ошибка, упоминаемая в трассировке ❶ — `ZeroDivisionError`, — является объектом исключения. Такие объекты создаются в том случае, если Python не может выполнить ваши распоряжения. Обычно в таких случаях Python прерывает выполнение программы и сообщает тип обнаруженного исключения. Эта информация может использоваться в программе; по сути вы сообщаете Python, как следует поступить при возникновении исключения данного типа. В таком случае ваша программа будет подготовлена к его появлению.

## Блоки `try-except`

Если вы предполагаете, что в программе может произойти ошибка, напишите блок `try-except` для обработки возникающего исключения. Такой блок приказывает Python выполнить некоторый код, а также сообщает, что нужно делать, если при его выполнении произойдет исключение конкретного типа.

Вот как выглядит блок `try-except` для обработки исключений `ZeroDivisionError`:

```
try:
 print(5/0)
except ZeroDivisionError:
 print("You can't divide by zero!")
```

Команда `print(5/0)`, порождающая ошибку, находится в блоке `try`. Если код в блоке `try` выполнен успешно, то Python пропускает блок `except`. Если код в блоке `try` порождает ошибку, то Python ищет блок `except` с соответствующей ошибкой и выпускает код в этом блоке.

В этом примере код блока `try` порождает ошибку `ZeroDivisionError`, поэтому Python ищет блок `except` с описанием того, как следует действовать в такой ситуации. При выполнении кода этого блока пользователь видит понятное сообщение об ошибке вместо данных трассировки:

```
You can't divide by zero!
```

Если бы за кодом `try-except` следовал другой код, то выполнение программы продолжилось, потому что мы объяснили Python, как обрабатывать эту ошибку. В следующем примере обработка ошибки позволяет программе продолжить выполнение.

## Использование исключений для предотвращения аварийного завершения программы

Правильная обработка ошибок особенно важна в том случае, если программа должна продолжить работу после возникновения ошибки. Такая ситуация часто встречается в программах, запрашивающих данные у пользователя. Если программа правильно среагировала на некорректный ввод, она может запросить новые данные после сбоя.

Создадим простой калькулятор, который выполняет только операцию деления:

```
division.py
print("Give me two numbers, and I'll divide them.")
print("Enter 'q' to quit.")

while True:
❶ first_number = input("\nFirst number: ")
 if first_number == 'q':
 break
❷ second_number = input("Second number: ")
 if second_number == 'q':
 break
❸ answer = int(first_number) / int(second_number)
 print(answer)
```

Программа запрашивает у пользователя первое число `first_number` ❶, а затем, если пользователь не ввел `q` для завершения работы, запрашивает второе число `second_number` ❷. Далее одно число делится на другое для получения результата `answer` ❸. Программа никак не обрабатывает ошибки, так что попытка деления на ноль приводит к ее аварийному завершению:

```
Give me two numbers, and I'll divide them.
Enter 'q' to quit.

First number: 5
Second number: 0
Traceback (most recent call last):
 File "division.py", line 9, in <module>
 answer = int(first_number) / int(second_number)
ZeroDivisionError: division by zero
```

Конечно, аварийное завершение — это плохо, но еще хуже, если пользователь увидит данные трассировки. Неопытного пользователя они сбьют с толку, а при сознательной попытке взлома злоумышленник сможет получить из них больше информации, чем вам хотелось бы. Например, он узнает имя файла программы и увидит некорректно работающую часть кода. На основании этой информации опытный хакер иногда может определить, какие атаки следует применять против вашего кода.

## Блок `else`

Для повышения устойчивости программы к ошибкам можно заключить строку, выдающую ошибки, в блок `try-except`. Ошибка происходит в строке, выполняющей деление; следовательно, именно эту строку следует заключить в блок `try-except`. Данный пример также включает блок `else`. Любой код, зависящий от успешного выполнения блока `try`, размещается в блоке `else`:

```
print("Give me two numbers, and I'll divide them.")
print("Enter 'q' to quit.")

while True:
 first_number = input("\nFirst number: ")
 if first_number == 'q':
```

```

break
second_number = input("Second number: ")
❶ try:
 answer = int(first_number) / int(second_number)
❷ except ZeroDivisionError:
 print("You can't divide by 0!")
❸ else:
 print(answer)

```

Программа пытается выполнить операцию деления в блоке `try` ❶, который включает только код, способный породить ошибку. Любой код, зависящий от успешного выполнения блока `try`, добавляется в блок `else`. В данном случае, если операция деления выполняется успешно, блок `else` используется для вывода результата ❷.

Блок `except` сообщает Python, как следует поступать при возникновении ошибки `ZeroDivisionError` ❸. Если при выполнении команды из блока `try` происходит ошибка, связанная с делением на 0, программа выводит понятное сообщение, которое объясняет пользователю, как избежать подобных ошибок. Выполнение программы продолжается, и пользователь не сталкивается с трассировкой:

```

Give me two numbers, and I'll divide them.
Enter 'q' to quit.

```

```

First number: 5
Second number: 0
You can't divide by 0!

```

```

First number: 5
Second number: 2
2.5

```

```
First number: q
```

Блок `try-except-else` работает так: Python пытается выполнить код в блоке `try`. В блоках `try` следует размещать только тот код, при выполнении которого может возникнуть исключение. Иногда некоторый код должен выполняться только в том случае, если выполнение `try` прошло успешно; такой код размещается в блоке `else`. Блок `except` сообщает Python, что делать, если при выполнении кода `try` произошло определенное исключение. Заранее определяя вероятные источники ошибок, вы повышаете надежность своих программ, которые продолжают работать даже при вводе некорректных данных или при недоступности ресурсов. Ваш код оказывается защищенным от случайных ошибок пользователей и сознательных атак.

## Обработка исключения `FileNotFoundException`

Одна из стандартных проблем при работе с файлами — отсутствие необходимых файлов. Тот файл, который вам нужен, может находиться в другом месте, в имени файла может быть допущена ошибка, или файл может вообще не существовать. Все эти ситуации достаточно прямолинейно обрабатываются в блоках `try-except`.

Попробуем прочитать данные из несуществующего файла. Следующая программа пытается прочитать содержимое файла с текстом «Алисы в Стране чудес», но я не сохранил файл `alice.txt` в одном каталоге с файлом `alice.py`:

```
alice.py
filename = 'alice.txt'

with open(filename) as f_obj:
 contents = f_obj.read()
```

Прочитать данные из несуществующего файла нельзя, поэтому Python выдает исключение:

```
Traceback (most recent call last):
 File "alice.py", line 3, in <module>
 with open(filename) as f_obj:
FileNotFoundError: [Errno 2] No such file or directory: 'alice.txt'
```

В последней строке трассировки упоминается `FileNotFoundError`: это исключение выдается в том случае, если Python не может найти открываемый файл. В данном примере функция `open()` порождает ошибку, и, чтобы обработать ее, блок `try` начинается перед строкой с вызовом `open()`:

```
filename = 'alice.txt'

try:
 with open(filename) as f_obj:
 contents = f_obj.read()
except FileNotFoundError:
 msg = "Sorry, the file " + filename + " does not exist."
 print(msg)
```

В этом примере код блока `try` выдает исключение `FileNotFoundError`, поэтому Python ищет блок `except` для этой ошибки. Затем выполняется код этого блока, в результате чего вместо трассировки выдается доступное сообщение об ошибке:

```
Sorry, the file alice.txt does not exist.
```

Если файл не существует, программе больше делать нечего, поэтому код обработки ошибок почти ничего не добавляет в эту программу. Доработаем этот пример и посмотрим, как обработка исключений помогает при работе с несколькими файлами.

## Анализ текста

Программа может анализировать текстовые файлы, содержащие целые книги. Многие классические произведения, ставшие общественным достоянием, доступны в виде простых текстовых файлов. Тексты, использованные в этом разделе, взяты с сайта проекта «Гутенберг» (<http://gutenberg.org/>). На этом сайте хранится под-

борка литературных произведений, не защищенных авторским правом; это превосходный ресурс для разработчиков, которые собираются работать с литературными текстами в своих программных проектах.

Прочитаем текст «Алисы в Стране чудес» и попробуем подсчитать количество слов в тексте. Мы воспользуемся методом `split()`, предназначенным для построения списка слов на основе строки. Вот как метод `split()` работает со строкой, содержащей только название книги:

```
>>> title = "Alice in Wonderland"
>>> title.split()
['Alice', 'in', 'Wonderland']
```

Метод `split()` разделяет строку на части по всем позициям, в которых обнаружит пробел, и сохраняет все части строки в элементах списка. В результате создается список слов, входящих в строку (впрочем, вместе с некоторыми словами могут храниться знаки препинания). Для подсчета слов в книге мы воспользуемся вызовом `split()` для всего текста, а затем подсчитаем элементы списка, чтобы получить примерное количество слов в тексте:

```
filename = 'alice.txt'

try:
 with open(filename) as f_obj:
 contents = f_obj.read()
 except FileNotFoundError:
 msg = "Sorry, the file " + filename + " does not exist."
 print(msg)
 else:
 # Подсчет приблизительного количества строк в файле.
① words = contents.split()
② num_words = len(words)
③ print("The file " + filename + " has about " + str(num_words) +
 " words.")
```

Затем я переместил файл `alice.txt` в правильный каталог, чтобы код в блоке `try` был выполнен без ошибок. В точке ① программа загружает текст в переменную `contents`, которая теперь содержит весь текст в виде одной длинной строки и использует метод `split()` для получения списка всех слов в книге. Запрашивая длину этого списка при помощи функции `len()`, мы получаем неплохое приближенное значение количества слов в исходной строке ②. В точке ③ выводится сообщение с количеством слов, найденных в файле. Этот код помещен в блок `else`, потому что он должен выводиться только в случае успешного выполнения блока `try`. Выходные данные программы сообщают, сколько слов содержит файл `alice.txt`:

```
The file alice.txt has about 29461 words.
```

Количество слов немного завышено, потому что в нем учитывается дополнительная информация, включенная в текстовый файл издателем, но в целом оно довольно точно оценивает длину «Алисы в Стране чудес».

## Работа с несколькими файлами

Добавим еще несколько файлов с книгами для анализа. Но для начала переместим основной код программы в функцию с именем `count_words()`. Это упростит проведение анализа для нескольких книг:

```
word_count.py
def count_words(filename):
 """Подсчет приблизительного количества строк в файле."""
❶ try:
 with open(filename) as f_obj:
 contents = f_obj.read()
 except FileNotFoundError:
 msg = "Sorry, the file " + filename + " does not exist."
 print(msg)
 else:
 # Подсчет приблизительного количества строк в файле.
 words = contents.split()
 num_words = len(words)
 print("The file " + filename + " has about " + str(num_words) +
 " words.")

filename = 'alice.txt'
count_words(filename)
```

Большая часть кода не изменилась. Мы просто снабдили код отступом и переместили его в тело `count_words()`. Кроме того, комментарий был преобразован в строку документации ❶.

Теперь мы можем написать простой цикл для подсчета слов в любом тексте, который нужно проанализировать. Для этого имена анализируемых файлов сохраняются в списке, после чего для каждого файла в списке вызывается функция `count_words()`. Мы попробуем подсчитать слова в «Алисе в Стране чудес», «Сиддхартхе», «Моби Дике» и «Маленьких женщинах» — все эти книги есть в свободном доступе. Я намеренно не стал копировать файл `siddhartha.txt` в каталог с программой `word_count.py`, чтобы выяснить, насколько хорошо наша программа справляется с отсутствием файла:

```
def count_words(filename):
 ...

filenames = ['alice.txt', 'siddhartha.txt', 'moby_dick.txt', 'little_women.txt']
for filename in filenames:
 count_words(filename)
```

Отсутствие файла `siddhartha.txt` не влияет на выполнение программы:

```
The file alice.txt has about 29461 words.
Sorry, the file siddhartha.txt does not exist.
The file moby_dick.txt has about 215136 words.
The file little_women.txt has about 189079 words.
```

Использование блока `try-except` в этом примере дает два важных преимущества: программа ограждает пользователя от вывода трассировки и продолжает выполнение, анализируя тексты, которые ей удаётся найти. Если бы в программе не перехватывалось исключение `FileNotFoundException`, инициированное из-за отсутствия `siddhartha.txt`, то пользователь увидел бы полную трассировку, а работа программы прервалась бы после попытки подсчитать слова в тексте «Сиддхартхи»; до анализа «Моби Дика» или «Маленьких женщин» дело не дошло бы.

## Ошибки без уведомления пользователя

В предыдущем примере мы сообщали пользователю о том, что один из файлов оказался недоступен. Тем не менее вы не обязаны сообщать о каждом обнаруженном исключении. Иногда при возникновении исключения программа должна просто проигнорировать сбой и продолжать работу, словно ничего не произошло. Для этого блок `try` пишется так же, как обычно, но в блоке `except` вы явно приказываете Python не предпринимать никаких особых действий в случае ошибки. В языке Python существует команда `pass`, с которой блок ничего не делает:

```
def count_words(filename):
 """Подсчет приблизительного количества строк в файле."""
 try:
 ...
 except FileNotFoundError:
 ❶ pass
 else:
 ...

 filenames = ['alice.txt', 'siddhartha.txt', 'moby_dick.txt', 'little_women.txt']
 for filename in filenames:
 count_words(filename)
```

Единственное отличие этого листинга от предыдущего — команда `pass` в точке ❶. Теперь при возникновении ошибки `FileNotFoundException` выполняется код в блоке `except`, но при этом ничего не происходит. Программа не выдает данные трассировки и вообще никакие результаты, указывающие на возникновение ошибки. Пользователи получают данные о количестве слов во всех существующих файлах, однако ничто не сообщает о том, что какой-то файл не был найден:

```
The file alice.txt has about 29461 words.
The file moby_dick.txt has about 215136 words.
The file little_women.txt has about 189079 words.
```

Команда `pass` также может служить временным заполнителем. Она напоминает, что в этот конкретный момент выполнения вашей программы вы решили ничего не предпринимать, хотя, возможно, сделаете что-то позднее. Например, эта программа может записать все имена отсутствующих файлов в файл с именем `missing_files.txt`. Пользователи этот файл не увидят, но создатель программы сможет прочитать его и разобраться с отсутствующими текстами.

## О каких ошибках нужно сообщать?

Как определить, в каком случае следует сообщить об ошибке пользователю, а когда можно просто проигнорировать ее незаметно для пользователя? Если пользователь знает, с какими текстами должна работать программа, вероятно, он предпочтет получить сообщение, объясняющее, почему некоторые тексты были пропущены при анализе. Пользователь ожидает увидеть какие-то результаты, но не знает, какие книги должны быть проанализированы? Возможно, ему и не нужно знать о недоступности каких-то файлов. Лишняя информация только сделает вашу программу менее удобной для пользователя. Средства обработки ошибок Python позволяют достаточно точно управлять тем, какой объем информации следует предоставить пользователю.

Хорошо написанный, правильно протестированный код редко содержит внутренние ошибки (например, синтаксические или логические). Но в любой ситуации, в которой ваша программа зависит от внешних факторов (пользовательского ввода, существования файла, доступности сетевого подключения), существует риск возникновения исключения. С накоплением практического опыта вы начнете видеть, в каких местах программы следует разместить блоки обработки исключений и сколько информации предоставлять пользователям о возникающих ошибках.

### УПРАЖНЕНИЯ

10-6. Сложение: при вводе числовых данных часто встречается типичная проблема: пользователь вводит текст вместо чисел. При попытке преобразовать данные в `int` происходит исключение `TypeError`. Напишите программу, которая запрашивает два числа, складывает их и выводит результат. Перехватите исключение `TypeError`, если какое-либо из входных значений не является числом, и выведите удобное сообщение об ошибке. Протестируйте свою программу: сначала введите два числа, а потом введите текст вместо одного из чисел.

10-7. Калькулятор: заключите код из упражнения 10-6 в цикл `while`, чтобы пользователь мог продолжать вводить числа, даже если он допустил ошибку и ввел текст вместо числа.

10-8. Кошки и собаки: создайте два файла с именами `cats.txt` и `dogs.txt`. Сохраните минимум три клички кошек в первом файле и три клички собак во втором. Напишите программу, которая пытается прочитать эти файлы и выводит их содержимое на экран. Заключите свой код в блок `try-except` для перехвата исключения `FileNotFoundException` и вывода понятного сообщения об отсутствии файла. Переместите один из файлов в другое место файловой системы; убедитесь в том, что код блока `except` выполняется, как и положено.

10-9. Ошибки без уведомления: измените блок `except` из упражнения 10-8 так, чтобы при отсутствии файла программа продолжала работу, не уведомляя пользователя о проблеме.

10-10. Частые слова: зайдите на сайт проекта «Гутенберг» (<http://gutenberg.org/>) и найдите несколько книг для анализа. Загрузите текстовые файлы этих произведений или скопируйте текст из браузера в текстовый файл на вашем компьютере.

Для подсчета количества вхождений слова или выражения в строку можно воспользоваться методом `count()`. Например, следующий код подсчитывает количество вхождений 'row' в строке:

```
>>> line = "Row, row, row your boat"
>>> line.count('row')
2
>>> line.lower().count('row')
3
```

Обратите внимание: преобразование строки к нижнему регистру функцией `lower()` позволяет найти все вхождения искомого слова независимо от регистра.

Напишите программу, которая читает файлы из проекта «Гутенберг» и определяет количество вхождений слова ‘the’ в каждом тексте.

## Сохранение данных

Многие ваши программы будут запрашивать у пользователя информацию. Например, пользователь может вводить настройки для компьютерной игры или данные для визуального представления. Чем бы ни занималась ваша программа, информация, введенная пользователем, будет сохраняться в структурах данных (таких, как списки или словари). Когда пользователь закрывает программу, введенную им информацию почти всегда следует сохранять на будущее. Простейший способ сохранения данных основан на использовании модуля `json`.

Модуль `json` обеспечивает запись простых структур данных Python в файл и загрузку данных из файла при следующем запуске программы. Модуль `json` также может использоваться для обмена данными между программами Python. Более того, формат данных JSON не привязан к Python, поэтому данные в этом формате можно передавать программам, написанным на многих других языках программирования. Это полезный и универсальный формат, который к тому же легко изучается.

### ПРИМЕЧАНИЕ

Формат JSON (JavaScript Object Notation) был изначально разработан для JavaScript. Впрочем, с того времени он стал использоваться во многих языках, включая Python.

## Функции `json.dump()` и `json.load()`

Напишем короткую программу для сохранения набора чисел и другую программу, которая будет читать эти числа обратно в память. Первая программа использует функцию `json.dump()`, а вторая — функцию `json.load()`.

Функция `json.dump()` получает два аргумента: сохраняемые данные и объект файла, используемый для сохранения. В следующем примере `json.dump()` используется для сохранения списка чисел:

```
number_writer.py
import json

numbers = [2, 3, 5, 7, 11, 13]

❶ filename = 'numbers.json'
❷ with open(filename, 'w') as f_obj:
❸ json.dump(numbers, f_obj)
```

Программа импортирует модуль `json` и создает список чисел для работы. В точке ❶ выбирается имя файла для хранения списка. Обычно для таких файлов принято использовать расширение `.json`, указывающее, что данные в файле хранятся в фор-

мате JSON. Затем файл открывается в режиме записи, чтобы модуль `json` мог записать в него данные **❷**. В точке **❸** функция `json.dump()` используется для сохранения списка `numbers` в файле `numbers.json`.

Программа ничего не выводит, но давайте откроем файл `numbers.json` и посмотрим на его содержимое. Данные хранятся в формате, очень похожем на код Python:

```
[2, 3, 5, 7, 11, 13]
```

А теперь напишем следующую программу, которая использует `json.load()` для чтения списка обратно в память:

```
number_reader.py
import json

❶ filename = 'numbers.json'
❷ with open(filename) as f_obj:
❸ numbers = json.load(f_obj)

print(numbers)
```

В точке **❶** для чтения данных используется тот же файл, в который эти данные были записаны. На этот раз файл открывается в режиме чтения, потому что Python нужно только прочитать данные из файла **❷**. В точке **❸** функция `json.load()` используется для загрузки информации из `numbers.json`; эта информация сохраняется в переменной `numbers`.

Наконец, программа выводит прочитанный список. Как видите, этот тот же список, который был создан в программе `number_writer.py`:

```
[2, 3, 5, 7, 11, 13]
```

Модуль `json` позволяет организовать простейший обмен данными между программами.

## Сохранение и чтение данных, сгенерированных пользователем

Сохранение с использованием модуля `json` особенно полезно при работе с данными, сгенерированными пользователем, потому что без сохранения эта информация будет потеряна при остановке программы. В следующем примере программа запрашивает у пользователя имя при первом запуске программы и «вспоминает» его при повторных запусках.

Начнем с сохранения имени пользователя:

```
remember_me.py
import json

❶ username = input("What is your name? ")

filename = 'username.json'
with open(filename, 'w') as f_obj:
❷ json.dump(username, f_obj)
❸ print("We'll remember you when you come back, " + username +
 "!")
```

В точке ❶ программа запрашивает имя пользователя для сохранения. Затем вызывается функция `json.dump()`, которой передается имя пользователя и объект файла; функция сохраняет имя пользователя в файле ❷. Далее выводится сообщение о том, что имя пользователя было сохранено ❸:

```
What is your name? Eric
We'll remember you when you come back, Eric!
```

А теперь напишем другую программу, которая приветствует пользователя по ранее сохраненному имени:

```
greet_user.py
import json

filename = 'username.json'

with open(filename) as f_obj:
❶ username = json.load(f_obj)
❷ print("Welcome back, " + username + "!")
```

В точке ❶ вызов `json.load()` читает информацию из файла `username.json` в переменную `username`. После того как данные будут успешно прочитаны, мы можем поприветствовать пользователя по имени ❷:

```
Welcome back, Eric!
```

Теперь эти две программы необходимо объединить в один файл. Когда пользователь запускает `remember_me.py`, программа должна взять имя пользователя из памяти, если это возможно; соответственно, программа начинается с блока `try`, который пытается прочитать имя пользователя. Если файл `username.json` не существует, блок `except` запросит имя пользователя и сохранит его в `username.json` на будущее:

```
remember_me.py
import json

Программа загружает имя пользователя, если оно было сохранено ранее.
В противном случае она запрашивает имя пользователя и сохраняет его.
filename = 'username.json'
try:
❶ with open(filename) as f_obj:
❷ username = json.load(f_obj)
❸ except FileNotFoundError:
❹ username = input("What is your name? ")
❺ with open(filename, 'w') as f_obj:
 json.dump(username, f_obj)
 print("We'll remember you when you come back, " + username + "!")
❻ else:
 print("Welcome back, " + username + "!")
```

Никакого нового кода здесь нет; просто блоки кода из двух предыдущих примеров были объединены в один файл. В точке ❶ программа пытается открыть файл `username.json`. Если файл существует, программа читает имя пользователя в память ❷ и выводит сообщение, приветствующее пользователя, в блоке `else`. Если

программа запускается впервые, то файл `username.json` не существует, и происходит исключение `FileNotFoundException` ❸. Python переходит к блоку `except`, в котором пользователю предлагается ввести имя ❹. Затем программа вызывает `json.dump()` для сохранения имени пользователя и выводит приветствие ❺.

Какой бы блок ни выполнялся, результатом является имя пользователя и соответствующее сообщение. При первом запуске программы результат выглядит так:

```
What is your name? Eric
We'll remember you when you come back, Eric!
```

Если же программа уже была выполнена хотя бы один раз, результат будет таким:

```
Welcome back, Eric!
```

## Рефакторинг

Часто возникает типичная ситуация: код работает, но вы понимаете, что его структуру можно усовершенствовать, разбив его на функции, каждая из которых решает свою конкретную задачу. Этот процесс называется *рефакторингом* (или переработкой). Рефакторинг делает ваш код более чистым, понятным и простым в расширении.

В процессе рефакторинга `remember_me.py` мы можем переместить основную часть логики в одну или несколько функций. Основной задачей `remember_me.py` является вывод приветствия для пользователя, поэтому весь существующий код будет перемещен в функцию `greet_user()`:

```
remember_me.py
import json

❶ def greet_user():
 """Приветствует пользователя по имени."""
 filename = 'username.json'
 try:
 with open(filename) as f_obj:
 username = json.load(f_obj)
 except FileNotFoundError:
 username = input("What is your name? ")
 with open(filename, 'w') as f_obj:
 json.dump(username, f_obj)
 print("We'll remember you when you come back, " + username + "!")
else:
 print("Welcome back, " + username + "!")

greet_user()
```

С переходом на функцию комментарии дополняются строкой документации, которая описывает работу кода в текущей версии ❶. Код становится немного чище, но функция `greet_user()` не только приветствует пользователя — она также загружает хранимое имя пользователя, если оно существует, и запрашивает новое имя, если оно не было сохранено ранее.

Переработаем функцию `greet_user()`, чтобы она не решала столько разных задач. Начнем с перемещения кода загрузки хранимого имени пользователя в отдельную функцию:

```
import json

def get_stored_username():
 """Получает хранимое имя пользователя, если оно существует."""
 filename = 'username.json'
 try:
 with open(filename) as f_obj:
 username = json.load(f_obj)
 except FileNotFoundError:
 return None
 else:
 return username

def greet_user():
 """Приветствует пользователя по имени."""
 username = get_stored_username()
 if username:
 print("Welcome back, " + username + "!")
 else:
 username = input("What is your name? ")
 filename = 'username.json'
 with open(filename, 'w') as f_obj:
 json.dump(username, f_obj)
 print("We'll remember you when you come back, " + username + "!")

greet_user()
```

Новая функция `get_stored_username()` имеет четкое предназначение, изложенное в строке документации ❶. Эта функция читает и возвращает сохраненное имя пользователя, если его удастся найти. Если файл `username.json` не существует, то функция возвращает `None` ❷. И это правильно: функция должна возвращать либо ожидаемое значение, либо `None`. Это позволяет провести простую проверку возвращаемого значения функции. В точке ❸ программа выводит приветствие для пользователя, если попытка получения имени пользователя была успешной; в противном случае программа запрашивает новое имя пользователя.

Из функции `greet_user()` стоит вынести еще один блок кода. Если имя пользователя не существует, то код запроса нового имени должен размещаться в функции, специализирующейся на решении этой задачи:

```
import json

def get_stored_username():
 """Получает хранимое имя пользователя, если оно существует."""
 ...

def get_new_username():
 """Запрашивает новое имя пользователя."""
 username = input("What is your name? ")
 filename = 'username.json'
 with open(filename, 'w') as f_obj:
 json.dump(username, f_obj)
 return username
```

```
def greet_user():
 """Приветствует пользователя по имени."""
 username = get_stored_username()
 if username:
 print("Welcome back, " + username + "!")
 else:
 username = get_new_username()
 print("We'll remember you when you come back, " + username + "!")

greet_user()
```

Каждая функция в окончательной версии `remember_me.py` имеет четкое, конкретное предназначение. Мы вызываем `greet_user()`, и эта функция выводит нужное приветствие: либо для уже знакомого, либо для нового пользователя. Для этого функция вызывает функцию `get_stored_username()`, которая отвечает только за чтение хранимого имени пользователя (если оно есть). Наконец, функция `greet_user()` при необходимости вызывает функцию `get_new_username()`, которая отвечает только за получение нового имени пользователя и его сохранение. Такое «разделение обязанностей» является важнейшим аспектом написания чистого кода, простого в сопровождении и расширении.

### УПРАЖНЕНИЯ

10-11. Любимое число: напишите программу, которая запрашивает у пользователя его любимое число. Воспользуйтесь функцией `json.dump()` для сохранения этого числа в файле. Напишите другую программу, которая читает это значение и выводит сообщение: «Я знаю ваше любимое число! Это \_\_\_\_».

10-12. Сохраненное любимое число: объедините две программы из упражнения 10-11 в один файл. Если число уже сохранено, сообщите его пользователю, а если нет — запросите любимое число пользователя и сохраните в файле. Выполните программу дважды, чтобы убедиться в том, что она работает.

10-13. Проверка пользователя: последняя версия `remember_me.py` предполагает, что пользователь либо уже ввел свое имя, либо программа выполняется впервые. Ее нужно изменить на тот случай, если текущий пользователь не является тем человеком, который последним использовал программу.

Прежде чем выводить приветствие в `greet_user()`, спросите пользователя, правильно ли определено имя пользователя. Если ответ будет отрицательным, вызовите `get_new_username()` для получения правильного имени пользователя.

## Итоги

В этой главе вы научились работать с файлами. Вы узнали, как прочитать сразу весь файл и как читать его содержимое по строкам. Вы научились записывать в файл и присоединять текст в конец файла, познакомились с исключениями и средствами обработки исключений, возникающих в программе. В завершающей части главы рассматриваются структуры данных Python для сохранения введенной информации, чтобы пользователю не приходилось каждый раз вводить данные заново при каждом запуске программы.

В главе 11 мы займемся эффективной организацией тестирования вашего кода. Тестирование поможет убедиться в том, что написанный код работает правильно, а также выявит ошибки, внесенные в процессе расширения уже написанных программ.

# 11

## Тестирование

Вместе с функциями и классами вы также можете написать тесты для своего кода. Тестирование доказывает, что код работает так, как положено, для любых разновидностей входных данных, которые он может получать. Тесты позволяют вам быть уверенными в том, что код будет работать правильно и тогда, когда вашими программами станут пользоваться другие люди. Тестирование при добавлении нового кода гарантирует, что внесенные изменения не повлияют на текущее поведение программы. Все программисты допускают ошибки, поэтому каждый программист должен часто тестировать свой код и выявлять ошибки до того, как с ними столкнутся другие пользователи.

В этой главе вы научитесь тестировать код средствами модуля Python `unittest`. Вы узнаете, как построить тестовые сценарии, как проверить, выдает ли программа для конкретных входных данных ожидаемый результат и как тестировать функции и классы. Также вы научитесь оценивать, сколько тестов нужно написать для проекта.

### Тестирование функций

Чтобы потренироваться в тестировании, нам понадобится код. Ниже приведена простая функция, которая получает имя и фамилию и возвращает отформатированное полное имя:

```
name_function.py
def get_formatted_name(first, last):
 """Строит отформатированное полное имя."""
 full_name = first + ' ' + last
 return full_name.title()
```

Функция `get_formatted_name()` строит полное имя из имени и фамилии, разделив их пробелом, преобразует первый символ каждого слова к верхнему регистру и возвращает полученный результат. Чтобы убедиться в том, что функция `get_formatted_name()` работает правильно, мы напишем программу, использующую эту функцию. Программа `names.py` запрашивает у пользователя имя и фамилию и выдает отформатированное полное имя:

```
names.py
from name_function import get_formatted_name
```

```
print("Enter 'q' at any time to quit.")
while True:
 first = input("\nPlease give me a first name: ")
 if first == 'q':
 break
 last = input("Please give me a last name: ")
 if last == 'q':
 break

 formatted_name = get_formatted_name(first, last)
 print("\tNeatly formatted name: " + formatted_name + '.')
```

Программа импортирует функцию `get_formatted_name()` из модуля `name_function.py`. Пользователь вводит последовательность имен и фамилий и видит, что программа сгенерировала отформатированные полные имена:

```
Enter 'q' at any time to quit.

Please give me a first name: janis
Please give me a last name: joplin
 Neatly formatted name: Janis Joplin.

Please give me a first name: bob
Please give me a last name: dylan
 Neatly formatted name: Bob Dylan.

Please give me a first name: q
```

Как видно из листинга, имена сгенерированы правильно. Но допустим, вы решили изменить функцию `get_formatted_name()`, чтобы она также работала со вторыми именами. При этом необходимо проследить за тем, чтобы функция не перестала правильно работать для имен, состоящих только из имени и фамилии. Чтобы протестировать код, можно запустить `names.py` и для проверки вводить имя из двух компонентов (скажем, `Janis Joplin`) при каждом изменении `get_formatted_name()`, но это довольно утомительно. К счастью, Python предоставляет эффективный механизм автоматизации тестирования вывода функций. При автоматизации тестирования `get_formatted_name()` вы будете уверены в том, что функция успешно работает для всех видов имен, для которых написаны тесты.

## Прохождение теста

Вы не сразу привыкнете к синтаксису создания тестовых сценариев, но после того, как тестовый сценарий будет создан, вы сможете легко добавить новые модульные тесты для своих функций. Чтобы написать тестовый сценарий для функции, импортируйте модуль `unittest` и функцию, которую необходимо протестировать. Затем создайте класс, наследующий от `unittest.TestCase`, и напишите серию методов для тестирования различных аспектов поведения своей функции.

Ниже приведен тестовый сценарий с одним методом, который проверяет, что функция `get_formatted_name()` правильно работает при передаче имени и фамилии:

```
test_name_function.py
import unittest
from name_function import get_formatted_name

❶ class NamesTestCase(unittest.TestCase):
 """Тесты для 'name_function.py'."""

 def test_first_last_name(self):
 """Имена вида 'Janis Joplin' работают правильно?"""
❷ formatted_name = get_formatted_name('janis', 'joplin')
❸ self.assertEqual(formatted_name, 'Janis Joplin')

unittest.main()
```

Сначала мы импортируем `unittest` и тестируемую функцию `get_formatted_name()`. В точке ❶ создается класс `NamesTestCase`, который содержит серию модульных тестов для `get_formatted_name()`. Имя класса выбирается произвольно, но лучше выбрать имя, связанное с функцией, которую вы собираетесь тестировать, и включить в имя класса слово `Test`. Этот класс должен наследовать от класса `unittest.TestCase`, чтобы Python знал, как запустить написанные вами тесты.

Класс `NamesTestCase` содержит один метод, который тестирует всего один аспект `get_formatted_name()` — правильность форматирования имен, состоящих только из имени и фамилии. Мы назвали этот метод `test_first_last_name()`. Любой метод, имя которого начинается с `test_`, будет выполняться автоматически при запуске `test_name_function.py`. В тестовом методе вызывается тестируемая функция и сохраняется возвращаемое значение, которое необходимо проверить. В данном примере вызывается функция `get_formatted_name()` с аргументами `'janis'` и `'joplin'`, а результат сохраняется в переменной `formatted_name` ❷.

В точке ❸ используется одна из самых полезных особенностей `unittest`: метод `assert`. Методы `assert` проверяют, что полученный результат соответствует тому результату, который вы рассчитывали получить. В данном случае известно, что функция `get_formatted_name()` должна вернуть полное имя с пробелами и капитализацией слов, поэтому переменная `formatted_name` должна содержать текст «`Janis Joplin`». Чтобы убедиться в этом, мы используем метод `assertEquals()` из модуля `unittest` и передаем ему переменную `formatted_name` и строку `'Janis Joplin'`. Вызов

```
self.assertEqual(formatted_name, 'Janis Joplin')
```

означает: «Сравни значение `formatted_name` со строкой `'Janis Joplin'`. Если они равны, как и ожидалось, — хорошо. Но если они не равны, обязательно сообщи мне!»

Строка `unittest.main()` приказывает Python выполнить тесты из этого файла. При запуске `test_name_function.py` будет получен следующий результат:

```
.
```

---

```
Ran 1 test in 0.000s
```

OK

Точка в первой строке вывода сообщает, что один тест прошел успешно. Следующая строка говорит, что для выполнения одного теста Python потребовалось менее 0,001 секунды. Наконец, завершающее сообщение OK говорит о том, что все модульные тесты в тестовом сценарии прошли.

Этот результат показывает, что функция `get_formatted_name()` успешно работает для полных имен, состоящих из имени и фамилии, если только функция не была изменена. В случае внесения изменений в `get_formatted_name()` тест можно запустить снова. И если тестовый сценарий снова пройдет, мы будем знать, что функция продолжает успешно работать с полными именами из двух компонентов.

## Сбой теста

Как выглядит сбойный тест? Попробуем изменить функцию `get_formatted_name()`, чтобы она работала со вторыми именами, — но сделаем это так, чтобы она перестала работать с полными именами из двух компонентов.

Новая версия `get_formatted_name()` с дополнительным аргументом второго имени выглядит так:

```
name_function.py
def get_formatted_name(first, middle, last):
 """Строит отформатированное полное имя."""
 full_name = first + ' ' + middle + ' ' + last
 return full_name.title()
```

Эта версия должна работать для полных имен из трех компонентов, но тестирование показывает, что она перестала работать для полных имен из двух компонентов. На этот раз файл `test_name_function.py` выдает следующий результат:

```
❶ E
=====
❷ ERROR: test_first_last_name (__main__.NamesTestCase)

❸ Traceback (most recent call last):
 File "test_name_function.py", line 8, in test_first_last_name
 formatted_name = get_formatted_name('janis', 'joplin')
TypeError: get_formatted_name() missing 1 required positional argument: 'last'

❹ Ran 1 test in 0.000s
❺ FAILED (errors=1)
```

На этот раз информации гораздо больше, потому что при сбое теста разработчик должен знать, почему это произошло. Вывод начинается с одной буквы Е ❶, которая сообщает, что один модульный тест в тестовом сценарии привел к ошибке. Затем мы видим, что ошибка произошла в teste `test_first_last_name()` в `NamesTestCase` ❷. Конкретная информация о сбойном teste особенно важна в том случае, если тестовый сценарий состоит из нескольких модульных тестов. В точке ❸ мы видим стандартную трассировку, из которой понятно, что вызов функции `get_formatted_name('janis', 'joplin')` перестал работать из-за необходимого позиционного аргумента.

Также из вывода следует, что был выполнен один модульный тест ❸. Наконец, дополнительное сообщение информирует, что тестовый сценарий в целом не прошел и произошла одна ошибка при выполнении тестового сценария ❹. Эта информация размещается в конце вывода, чтобы она была видна сразу; разработчику не придется прокручивать длинный протокол, чтобы узнать количество сбойных тестов.

## Реакция на сбойный тест

Что делать, если тест не проходит? Если предположить, что проверяются правильные условия, прохождение теста означает, что функция работает правильно, а сбой — что в новом коде добавилась ошибка. Итак, если тест не прошел, изменять нужно не тест, а код, который привел к сбою теста. Проанализируйте изменения, внесенные в функцию, и разберитесь, как они привели к нарушению ожидаемого поведения.

В данном случае у функции `get_formatted_name()` было всего два обязательных параметра: имя и фамилия. Теперь она требует три обязательных параметра: имя, второе имя и фамилию. Добавление обязательного параметра для второго имени нарушило ожидаемое поведение `get_formatted_name()`. В таком случае лучше всего сделать параметр второго имени необязательным. После этого тесты для имён с двумя компонентами снова будут проходить, и программа сможет получать также вторые имена. Изменим функцию `get_formatted_name()`, чтобы параметр второго имени перестал быть обязательным, и снова выполним тестовый сценарий. Если он пройдет, можно переходить к проверке правильности обработки вторых имен.

Чтобы сделать второе имя необязательным, нужно переместить параметр `middle` в конец списка параметров в определении функции и задать ему пустое значение по умолчанию. Также будет добавлена проверка `if`, которая правильно строит полное имя в зависимости от того, передается второе имя или нет:

```
name_function.py
def get_formatted_name(first, last, middle=''):
 """Строит отформатированное полное имя."""
 if middle:
 full_name = first + ' ' + middle + ' ' + last
 else:
 full_name = first + ' ' + last
 return full_name.title()
```

В новой версии `get_formatted_name()` параметр `middle` не обязателен. Если второе имя передается функции (`if middle:`), то полное имя будет содержать имя, второе имя и фамилию. В противном случае полное имя состоит только из имени и фамилии. Теперь функция должна работать для обеих разновидностей имен. Чтобы узнать, работает ли функция для имен из двух компонентов, снова запустите `test_name_function.py`:

```
Ran 1 test in 0.000s
```

OK

Теперь тестовый сценарий проходит. Такой исход идеален; он означает, что функция снова работает для имен из двух компонентов и нам не пришлось тестиировать функцию вручную. Исправить ошибку было несложно, потому что сбойный тест помог выявить новый код, нарушивший существующее поведение.

## Добавление новых тестов

Теперь мы знаем, что `get_formatted_name()` работает для простых имен, и можем написать второй тест для имен из трех компонентов. Для этого в класс `NamesTestCase` добавляется еще один метод:

```
import unittest
from name_function import get_formatted_name

class NamesTestCase(unittest.TestCase):
 """Тесты для 'name_function.py'. """

 def test_first_last_name(self):
 """Работают ли такие имена, как 'Janis Joplin'?"""
 formatted_name = get_formatted_name('janis', 'joplin')
 self.assertEqual(formatted_name, 'Janis Joplin')

 def test_first_last_middle_name(self):
 """Работают ли такие имена, как 'Wolfgang Amadeus Mozart'?"""
❶ formatted_name = get_formatted_name(
 'wolfgang', 'mozart', 'amadeus')
 self.assertEqual(formatted_name, 'Wolfgang Amadeus Mozart')

unittest.main()
```

Новому методу присваивается имя `test_first_last_middle_name()`. Имя метода должно начинаться с `test_`, чтобы этот метод выполнялся автоматически при запуске `test_name_function.py`. В остальном имя выбирается так, чтобы оно четко показывало, какое именно поведение `get_formatted_name()` мы тестируем. В результате при сбое теста вы сразу видите, к каким именам он относится. Не нужно опасаться длинных имен методов в классах `TestCase`: имена должны быть содергательными, чтобы донести информацию до разработчика в случае сбоя, а поскольку Python вызывает их автоматически, вам никогда не придется вручную вводить эти имена при вызове. Чтобы протестировать функцию, мы вызываем `get_formatted_name()` с тремя компонентами ❶, после чего используем `assertEqual()` для проверки того, что возвращенное полное имя совпадает с ожидаемым. При повторном запуске `test_name_function.py` оба теста проходят успешно:

```
..

Ran 2 tests in 0.000s
```

OK

Отлично! Теперь мы знаем, что функция по-прежнему работает с именами из двух компонентов, как `Janis Joplin`, но можем быть уверены в том, что она

сработает и для имен с тремя компонентами — такими, как Wolfgang Amadeus Mozart.

### УПРАЖНЕНИЯ

11-1. Город, страна: напишите функцию, которая получает два параметра: название страны и название города. Функция должна возвращать одну строку в формате «Город, Страна», например «Santiago, Chile». Сохраните функцию в модуле с именем `city_functions.py`.

Создайте файл `test_cities.py` для тестирования только что написанной функции (не забудьте импортировать `unittest` и тестируемую функцию). Напишите метод `test_city_country()` для проверки того, что вызов функции с такими значениями, как `'santiago'` и `'chile'`, дает правильную строку. Запустите `test_cities.py` и убедитесь в том, что тест `test_city_country()` проходит успешно.

11-2. Население: измените свою функцию так, чтобы у нее был третий обязательный параметр — население. В новой версии функция должна возвращать одну строку вида «`Santiago, Chile — population 5000000`.» Снова запустите программу `test_cities.py`. Убедитесь в том, что тест `test_city_country()` на этот раз не проходит.

Измените функцию так, чтобы параметр населения стал необязательным. Снова запустите `test_cities.py` и убедитесь в том, что тест `test_city_country()` проходит успешно.

Напишите второй тест `test_city_country_population()`, который проверяет вызов функции со значениями `'santiago'`, `'chile'` и `'population=5000000'`. Снова запустите `test_cities.py` и убедитесь в том, что новый тест проходит успешно.

## Тестирование класса

В первой части этой главы мы писали тесты для отдельной функции. Сейчас мы займемся написанием тестов для класса. Классы будут использоваться во многих ваших программах, поэтому возможность доказать, что ваши классы работают правильно, будет безусловно полезной. Если тесты для класса, над которым вы работаете, проходят успешно, вы можете быть уверены в том, что усовершенствования класса не приведут к случайному нарушению его текущего поведения.

## Разные методы `assert`

Класс `unittest.TestCase` содержит целое семейство проверочных методов `assert`. Как упоминалось ранее, эти методы проверяют, выполняется ли условие, которое должно выполняться в определенной точке вашего кода. Если условие истинно, как и предполагалось, то ваши ожидания относительно поведения части вашей программы подтверждаются; вы можете быть уверены в отсутствии ошибок. Если же условие, которое должно быть истинным, окажется ложным, то Python выдает исключение.

В табл. 11.1 перечислены шесть часто используемых методов `assert`. С их помощью можно проверить, что возвращаемые значения равны или не равны ожидаемым, что значения равны `True` или `False` или что значения входят или не входят в заданный список. Эти методы могут использоваться только в классах, наследующих

от `unittest.TestCase`; рассмотрим пример использования такого метода в контексте тестирования реального класса.

**Таблица 11.1.** Методы `assert`, предоставляемые модулем `unittest`

| Метод                                     | Использование                                  |
|-------------------------------------------|------------------------------------------------|
| <code>assertEqual(a, b)</code>            | Проверяет, что <code>a == b</code>             |
| <code>assertNotEqual(a, b)</code>         | Проверяет, что <code>a != b</code>             |
| <code>assertTrue(x)</code>                | Проверяет, что значение <code>x</code> истинно |
| <code>assertFalse(x)</code>               | Проверяет, что значение <code>x</code> ложно   |
| <code>assertIn(элемент, список)</code>    | Проверяет, что элемент входит в список         |
| <code>assertNotIn(элемент, список)</code> | Проверяет, что элемент не входит в список      |

## Класс для тестирования

Тестирование класса имеет много общего с тестированием функций — значительная часть работы направлена на тестирование поведения методов класса. Впрочем, существуют и различия, поэтому мы напишем отдельный класс для тестирования. Возьмем класс для управления проведением анонимных опросов:

```
survey.py
class AnonymousSurvey():
 """Сбор анонимных ответов на опросы."""

❶ def __init__(self, question):
 """Сохраняет вопрос и готовится к сохранению ответов."""
 self.question = question
 self.responses = []

❷ def show_question(self):
 """Выводит вопрос."""
 print(question)

❸ def store_response(self, new_response):
 """Сохраняет один ответ на опрос."""
 self.responses.append(new_response)

❹ def show_results(self):
 """Выводит все полученные ответы."""
 print("Survey results:")
 for response in responses:
 print('- ' + response)
```

Класс начинается с вопроса, предоставленного администратором ❶, и включает пустой список для хранения ответов. Класс содержит методы для вывода вопроса ❷, добавления нового ответа в список ответов ❸ и вывода всех ответов, хранящихся в списке ❹. Чтобы создать экземпляр на основе этого класса, необходимо предоставить вопрос. После того как будет создан экземпляр, представляющий конкретный опрос, программа выводит вопрос методом `show_`

`question()`, сохраняет ответ методом `store_response()` и выводит результаты вызовом `show_results()`.

Чтобы продемонстрировать, что класс `AnonymousSurvey` работает, напишем программу, которая использует этот класс:

```
Language_survey.py
from survey import AnonymousSurvey

Определение вопроса с созданием экземпляра AnonymousSurvey.
question = "What language did you first learn to speak?"
my_survey = AnonymousSurvey(question)

Вывод вопроса и сохранение ответов.
my_survey.show_question()
print("Enter 'q' at any time to quit.\n")
while True:
 response = input("Language: ")
 if response == 'q':
 break
 my_survey.store_response(response)

Вывод результатов опроса.
print("\nThank you to everyone who participated in the survey!")
my_survey.show_results()
```

Программа определяет вопрос и создает объект `AnonymousSurvey` на базе этого вопроса. Программа вызывает метод `show_question()` для вывода вопроса, после чего переходит к получению ответов. Каждый ответ сохраняется сразу же при получении. Когда ввод ответов был завершен (пользователь ввел `q`), метод `show_results()` выводит результаты опроса:

```
What language did you first learn to speak?
Enter 'q' at any time to quit.

Language: English
Language: Spanish
Language: English
Language: Mandarin
Language: q

Thank you to everyone who participated in the survey!
Survey results:
- English
- Spanish
- English
- Mandarin
```

Этот класс работает для простого анонимного опроса. Но допустим, вы решили усовершенствовать класс `AnonymousSurvey` и модуль `survey`, в котором он находится. Например, каждому пользователю будет разрешено ввести несколько ответов. Или вы напишете метод, который будет выводить только уникальные ответы и сообщать, сколько раз был дан тот или иной ответ. Или вы напишете другой класс для проведения неанонимных опросов.

Реализация таких изменений грозит повлиять на текущее поведение класса `AnonymousSurvey`. Например, может оказаться, что поддержка ввода нескольких ответов случайно повлияет на процесс обработки одиночных ответов. Чтобы гарантировать, что доработка модуля не нарушит существующего поведения, для класса нужно написать тесты.

## Тестирование класса `AnonymousSurvey`

Напишем тест, проверяющий всего один аспект поведения `AnonymousSurvey`. Этот тест будет проверять, что один ответ на опрос сохраняется правильно. После того как метод будет сохранен, метод `assertIn()` проверяет, что он действительно находится в списке ответов:

```
test_survey.py
import unittest
from survey import AnonymousSurvey

❶ class TestAnonymousSurvey(unittest.TestCase):
 """Тесты для класса AnonymousSurvey"""

❷ def test_store_single_response(self):
 """Проверяет, что один ответ сохранен правильно."""
 question = "What language did you first learn to speak?"
❸ my_survey = AnonymousSurvey(question)
 my_survey.store_response('English')

❹ self.assertIn('English', my_survey.responses)

unittest.main()
```

Программа начинается с импортирования модуля `unittest` и тестируемого класса `AnonymousSurvey`. Тестовый сценарий `TestAnonymousSurvey`, как и в предыдущих случаях, наследует от `unittest.TestCase` ❶. Первый тестовый метод проверяет, что сохраненный ответ действительно попадает в список ответов опроса. Этому методу присваивается хорошее содержательное имя `test_store_single_response()` ❷. Если тест не проходит, имя метода в выходных данных сбойного теста ясно показывает, что проблема связана с сохранением отдельного ответа на опрос.

Чтобы протестировать поведение класса, необходимо создать экземпляр класса. В точке ❸ создается экземпляр с именем `my_survey` для вопроса `"What language did you first learn to speak?"`. Один ответ (`English`) сохраняется с использованием метода `store_response()`. Затем программа убеждается в том, что ответ был сохранен правильно; для этого она проверяет, что значение `English` присутствует в списке `my_survey.responses` ❹.

При запуске программы `test_survey.py` тест проходит успешно:

```
.
```

---

```
Ran 1 test in 0.001s
```

OK

Неплохо, но опрос с одним ответом вряд ли можно назвать полезным. Убедимся в том, что три ответа сохраняются правильно. Для этого в `TestAnonymousSurvey` добавляется еще один метод:

```
import unittest
from survey import AnonymousSurvey

class TestAnonymousSurvey(unittest.TestCase):
 """Тесты для класса AnonymousSurvey"""

 def test_store_single_response(self):
 """Проверяет, что один ответ сохранен правильно."""
 ...

 def test_store_three_responses(self):
 """Проверяет, что три ответа были сохранены правильно."""
 question = "What language did you first learn to speak?"
 my_survey = AnonymousSurvey(question)
❶ responses = ['English', 'Spanish', 'Mandarin']
 for response in responses:
 my_survey.store_response(response)

❷ for response in responses:
 self.assertIn(response, my_survey.responses)

unittest.main()
```

Новому методу присваивается имя `test_store_three_responses()`. Мы создаем объект опроса по аналогии с тем, как это делалось в `test_store_single_response()`. Затем определяется список, содержащий три разных ответа ❶, и для каждого из этих ответов вызывается метод `store_response()`. После того как ответы будут сохранены, следующий цикл проверяет, что каждый ответ теперь присутствует в `my_survey.responses` ❷.

Если снова запустить `test_survey.py`, оба теста (для одного ответа и для трех ответов) проходят успешно:

```
..

Ran 2 tests in 0.000s
```

OK

Все прекрасно работает. Тем не менее тесты выглядят немного однообразно, поэтому мы воспользуемся еще одной возможностью `unittest` для повышения их эффективности.

## Метод `setUp()`

В программе `test_survey.py` в каждом тестовом методе создавался новый экземпляр `AnonymousSurvey`, а также новые ответы. Класс `unittest.TestCase` содержит метод

`setUp()`, который позволяет создать эти объекты один раз, а затем использовать их в каждом из тестовых методов. Если в класс `TestCase` включается метод `setUp()`, Python выполняет метод `setUp()` перед запуском каждого метода, имя которого начинается с `test_`. Все объекты, созданные методом `setUp()`, становятся доступными во всех написанных вами тестовых методах.

Используем `setUp()` для создания экземпляра `AnonymousSurvey` и набора ответов, которые могут использоваться в `test_store_single_response()` и `test_store_three_responses()`:

```
import unittest
from survey import AnonymousSurvey

class TestAnonymousSurvey(unittest.TestCase):
 """Тесты для класса AnonymousSurvey."""

 def setUp(self):
 """
 Создание опроса и набора ответов для всех тестовых методов.
 """
 question = "What language did you first learn to speak?"
 self.my_survey = AnonymousSurvey(question)
 self.responses = ['English', 'Spanish', 'Mandarin']

 def test_store_single_response(self):
 """Проверяет, что один ответ сохранен правильно."""
 self.my_survey.store_response(self.responses[0])
 self.assertIn(self.responses[0], self.my_survey.responses)

 def test_store_three_responses(self):
 """Проверяет, что три ответа были сохранены правильно."""
 for response in self.responses:
 self.my_survey.store_response(response)
 for response in self.responses:
 self.assertIn(response, self.my_survey.responses)

unittest.main()
```

Метод `setUp()` решает две задачи: он создает экземпляр опроса ❶ и список ответов ❷. Каждый из этих атрибутов снабжается префиксом `self`, поэтому он может использоваться где угодно в классе. Это обстоятельство упрощает два тестовых метода, потому что им уже не нужно создавать экземпляр опроса или ответы. Метод `test_store_single_response()` убеждается в том, что первый ответ в `self.responses` — `self.responses[0]` — сохранен правильно, а метод `test_store_single_response()` убеждается в том, что правильно были сохранены все три ответа в `self.responses`.

При повторном запуске `test_survey.py` оба теста по-прежнему проходят. Эти тесты будут особенно полезными при расширении `AnonymousSurvey` с поддержкой нескольких ответов для каждого участника. После внесения изменений вы можете повторить тесты и убедиться в том, что изменения не повлияли на возможность сохранения отдельного ответа или серии ответов.

При тестировании классов, написанных вами, метод `setUp()` упрощает написание тестовых методов. Вы создаете один набор экземпляров и атрибутов в `setUp()`, а затем используете эти экземпляры во всех тестовых методах. Это намного проще и удобнее, чем создавать новый набор экземпляров и атрибутов в каждом тестовом методе.

### ПРИМЕЧАНИЕ

Во время работы тестового сценария Python выводит один символ для каждого модульного теста после его завершения. Для прошедшего теста выводится точка; если при выполнении произошла ошибка, выводится символ E, а если не прошла проверка условия `assert`, выводится символ F. Вот почему вы увидите другое количество точек и символов в первой строке вывода при выполнении ваших тестовых сценариев. Если выполнение тестового сценария занимает слишком много времени, потому что сценарий содержит слишком много тестов, эти символы дадут некоторое представление о количестве прошедших тестов.

### УПРАЖНЕНИЯ

11-3. Работник: напишите класс `Employee`, представляющий работника. Метод `__init__()` должен получать имя, фамилию и ежегодный оклад; все эти значения должны сохраняться в атрибутах. Напишите метод `give_raise()`, который по умолчанию увеличивает ежегодный оклад на \$5000 — но при этом может получать другую величину прибавки.

Напишите тестовый сценарий для `Employee`. Напишите два тестовых метода, `test_give_default_raise()` и `test_give_custom_raise()`. Используйте метод `setUp()`, чтобы вам не приходилось заново создавать экземпляр `Employee` в каждом тестовом методе. Запустите свой тестовый сценарий и убедитесь в том, что оба теста прошли успешно.

## Итоги

В этой главе вы научились писать тесты для функций и классов с использованием средств модуля `unittest`. Вы узнали, как написать класс, наследующий от `unittest.TestCase`, и как писать тестовые методы для проверки конкретных аспектов поведения ваших функций и классов. Вы научились использовать метод `setUp()` для эффективного создания экземпляров и атрибутов, которые могут использоваться во всех методах для тестирования класса.

Тестирование — важная тема, на которую многие новички не обращают внимания. Пока вы делаете свои первые шаги в программировании, писать тесты для простых проектов не нужно. Но как только вы начинаете работать над проектами, требующими значительных затрат ресурсов на разработку, непременно обеспечьте тестирование критических аспектов поведения ваших функций и классов. С эффективными тестами вы можете быть уверены в том, что изменения в проекте не повредят тому, что уже работает, а это развязнет вам руки для усовершенствования кода. Случайно нарушив существующую функциональность, вы немедленно узнаете об этом, что позволит вам быстро исправить проблему. Отреагировать на сбой теста всегда намного проще, чем на отчет об ошибке от недовольного пользователя.

Другие программисты будут более уважительно относиться к вашим проектам, если вы включите в них исходные тесты. Они будут чувствовать себя более комфортно,

экспериментируя с вашим кодом, и с большей готовностью присоединяйтесь к участию в ваших проектах. Если вы будете участвовать в проекте, над которым работают другие программисты, вам придется продемонстрировать, что ваш код проходит существующие тесты; кроме того, от вас будут ждать, что вы напишете тесты для нового поведения, добавленного вами в проект.

Поэкспериментируйте с тестами и освойтесь с процессом тестирования кода. Пишите тесты для критических аспектов поведения ваших функций и классов, но не стремитесь к полному тестовому покрытию своих ранних проектов (если у вас для этого нет особых причин).

# Часть II

# Проекты

Поздравляем! Вы знаете о Python достаточно для того, чтобы взяться за построение интерактивных, осмысленных проектов. Создание собственных проектов закрепит новые навыки и упрочит ваше понимание концепций, представленных в части I.

В части II представлены три типа проектов; вы можете взяться за любые из них в том порядке, который вам больше нравится. Ниже приведено краткое описание каждого проекта, чтобы вам было проще решить, с чего начать.

## Программирование игры на языке Python

В проекте Alien Invasion (главы 12, 13 и 14) мы воспользуемся пакетом Pygame для написания 2D-игры, в которой игрок должен сбивать корабли пришельцев, падающие по экрану с нарастающей скоростью и сложностью. К концу этого проекта вы будете знать достаточно для того, чтобы создавать собственные 2D-игры с использованием Pygame.

## Визуализация данных

Проект Data Visualization начинается с главы 15. В этом проекте вы научитесь генерировать данные и создавать практические, элегантные визуализации этих данных с использованием пакетов matplotlib и Pygal. Глава 16 научит вас работать с данными из сетевых источников и передавать их пакету визуализации для построения графиков погодных данных и карты с населением мира. Наконец, глава 17 показывает, как написать программу для автоматической загрузки и визуализации данных. Навыки визуализации пригодятся вам в изучении области анализа данных — в современном мире это умение ценится очень высоко.

## Веб-приложения

В проекте Web Applications (главы 18, 19 и 20) мы при помощи пакета Django создадим простое веб-приложение для ведения веб-дневника по произвольным темам. Пользователь создает учетную запись с именем и паролем, вводит тему и делает заметки. Вы также научитесь развертывать свои приложения так, чтобы сделать их доступными для потенциальных пользователей со всего мира.

После завершения проекта вы сможете заняться построением собственных простых веб-приложений. Кроме того, вы будете готовы к изучению более серьезных ресурсов, посвященных построению приложений с использованием Django.

---

# Проект I

# Инопланетное вторжение

---

# 12 Стреляющий корабль

Давайте создадим собственную игру! Мы воспользуемся Pygame — подборкой интересных, мощных модулей Python для управления графикой, анимацией и даже звуком, упрощающей построение сложных игр. Pygame берет на себя такие задачи, как перерисовка изображений на экране, что позволяет вам пропустить большую часть рутинного, сложного программирования и сосредоточиться на высокоуровневой логике игровой динамики.

В этой главе мы настроим Pygame и создадим корабль, который движется влево и вправо и стреляет по приказу пользователя. В следующих двух главах вы создадите флот инопланетного вторжения, а затем займитесь внесением усовершенствований — например, ограничением количества попыток и добавлением таблицы рекордов.

Эта глава также научит вас управлять большими проектами, состоящими из многих файлов. Мы часто будем проводить рефакторинг и изменять структуру содержащегося файла, чтобы проект был четко организован, а код оставался эффективным. Программирование игр — идеальный способ совместить изучение языка с развлечением. Написание простой игры поможет вам понять, как пишутся профессиональные игры. В процессе работы над этой главой вводите и запускайте код, чтобы понять, как каждый блок кода участвует в общем игровом процессе. Экспериментируйте с разными значениями и настройками, чтобы лучше понять, как следует организовать взаимодействие с пользователем в ваших собственных играх.

## ПРИМЕЧАНИЕ

Игра Alien Invasion состоит из множества файлов; создайте в своей системе новый каталог с именем `alien_invasion`. Чтобы команды `import` работали правильно, все файлы проекта должны находиться в этой папке.

## Планирование проекта

Построение крупного проекта должно начинаться не с написания кода, а с планирования. План поможет вам направить усилия в нужном направлении и повысит вероятность успешного завершения проекта.

Итак, напишем общее описание игрового процесса. Хотя это описание не затрагивает все аспекты игры, оно дает достаточно четкое представление о том, с чего начинать работу:

Каждый игрок управляет кораблем, который находится в середине нижнего края экрана. Игрок перемещает корабль вправо и влево клавишами управления или курсором; клавиша «пробел» используется для стрельбы. В начале игры флот пришельцев находится в верхней части экрана и постепенно опускается вниз, также смещаясь в сторону. Игрок выстреливает, уничтожая пришельцев. Если ему удается сбить всех пришельцев, появляется новый флот, который движется быстрее предыдущего. Если пришелец сталкивается с кораблем игрока или доходит до нижнего края экрана, игрок теряет корабль. Если игрок теряет все три корабля, игра заканчивается.

В первой фазе разработки мы создадим корабль, который может двигаться вправо и влево. Корабль должен стрелять из пушки, когда игрок нажимает клавишу «пробел». Когда это поведение будет реализовано, мы сможем заняться пришельцами и доработкой игрового процесса.

## Установка Pygame

Прежде чем браться за программирование, установите пакет Pygame. Ниже описан процесс установки в Linux, OS X и Microsoft Windows.

Если вы используете Python 3 в системе Linux или если вы работаете в OS X, для установки Pygame используется `pip` — программа, управляющая загрузкой и установкой пакетов Python. Процедура установки пакетов с использованием `pip` описана ниже.

Если вы используете Python 2.7 в системе Linux или если вы работаете в Windows, для установки Pygame программа `pip` вам не понадобится. Вместо этого перейдите к разделу «Установка Pygame в Linux» (с. 229) или «Установка Pygame в Windows» (с. 231).

### ПРИМЕЧАНИЕ

Далее приводятся инструкции по установке `pip` во всех системах, потому что эта программа понадобится вам для визуализации данных и веб-приложений. Инструкции также доступны по адресу <https://www.nostarch.com/pythoncrashcourse/>. Если у вас возникнут проблемы с инструкциями, приведенными ниже, попробуйте загрузить инструкции с сайта — возможно, они сработают.

## Установка пакетов Python с использованием `pip`

В последних версиях Python `pip` устанавливается автоматически, поэтому сначала проверьте, присутствует ли эта программа в вашей системе. В Python 3 программа `pip` иногда называется `pip3`.

### Проверка `pip` в Linux и OS X

Откройте терминальное окно и введите следующую команду:

```
$ pip --version
❶ pip 7.0.3 from /usr/local/lib/python3.5/dist-packages (python 3.5)
$
```

Если в вашей системе установлена только одна версия Python и вы получили примерно такой результат, переходите к разделу «Установка Pygame в Linux» (с. 229) или «Установка Pygame в OS X» (с. 230). Если вы получите сообщение об ошибке, попробуйте ввести имя `pip3` вместо `pip`. Если ни одна версия не установлена в вашей системе, обратитесь к разделу «Установка pip» (с. 228).

Если в вашей системе установлено несколько версий Python, проверьте, что программа `pip` связана с используемой версией — например, Python 3.5 ①. Если программа `pip` связана с правильной версией, переходите к разделу «Установка Pygame в Linux» (с. 229) или «Установка Pygame в OS X» (с. 230). Если версия неправильная, попробуйте ввести имя `pip3` вместо `pip`. Если ни одна команда не работает для вашей версии Python, обратитесь к разделу «Установка pip» (с. 228).

## Проверка pip в Windows

Откройте окно командной строки и введите следующую команду:

```
$ python -m pip --version
① pip 7.0.3 from C:\Python35\lib\site-packages (python 3.5)
$
```

Если в вашей системе установлена только одна версия Python, и вы получили примерно такой результат, переходите к разделу «Установка Pygame в Windows» (с. 231). Если вы получите сообщение об ошибке, попробуйте ввести имя `pip3` вместо `pip`. Если ни одна версия не установлена в вашей системе, обратитесь к разделу «Установка pip» (с. 228).

Если в вашей системе установлено несколько версий Python, проверьте, что программа `pip` связана с используемой версией, например Python 3.5 ①. Если программа `pip` связана с правильной версией, переходите к разделу «Установка Pygame в Windows» (с. 231). Если версия неправильная, попробуйте ввести имя `pip3` вместо `pip`. Если ни одна команда не работает для вашей версии Python, обратитесь к следующему разделу «Установка pip».

## Установка pip

Чтобы установить `pip`, обратитесь по адресу <https://bootstrap.pypa.io/get-pip.py>. Сохраните файл, если вам будет предложено. Если код `get-pip.py` появится в браузере, скопируйте код в текстовый редактор и сохраните в файле с именем `get-pip.py`. После того как программа `get-pip.py` будет сохранена на вашем компьютере, ее необходимо будет запустить с административными привилегиями, потому что `pip` будет устанавливать новые пакеты в вашей системе.

### ПРИМЕЧАНИЕ

Если вы не нашли программу `get-pip.py`, обратитесь по адресу <https://pip.pypa.io/>, щелкните на ссылке `Installation` на левой панели, а затем в разделе `Install pip` перейдите по ссылке для загрузки `get-pip.py`.

## Установка pip в Linux и OS X

Чтобы запустить `get-pip.py` с административными привилегиями, введите следующую команду:

```
$ sudo python get-pip.py
```

### ПРИМЕЧАНИЕ

Если терминальный сеанс был запущен командой `python3`, используйте команду `sudo python3 get-pip.py`.

После выполнения программы введите команду `pip --version` (или `pip3 --version`), чтобы убедиться в том, что программа `pip` была установлена правильно.

## Установка pip в Windows

Чтобы запустить `get-pip.py`, введите следующую команду:

```
$ python get-pip.py
```

Если для запуска Python в терминале использовалась другая команда, проследите за тем, чтобы программа `get-pip.py` запускалась этой же командой — например, `python3 get-pip.py` или `C:\Python35\python get-pip.py`.

После выполнения программы введите команду `python -m pip --version`, чтобы убедиться в том, что программа `pip` была установлена правильно.

## Установка Pygame в Linux

Если вы используете Python 2.7, установите Pygame при помощи менеджера пакетов. Откройте терминальное окно и введите следующую команду, которая загрузит и установит Pygame в вашей системе:

```
$ sudo apt-get install python-pygame
```

Проверьте правильность установки в терминальном сеансе; для этого введите следующую команду:

```
$ python
>>> import pygame
>>>
```

Если никаких дополнительных сообщений нет, значит, импортирование Pygame прошло успешно, и вы можете переходить к разделу «Создание проекта игры» на с. 231.

Если вы используете Python 3, процесс состоит из двух шагов: установки библиотек, от которых зависит Pygame, и загрузки/установки Pygame.

Чтобы установить библиотеки, необходимые Pygame, введите следующую команду (если в вашей системе используется другая команда, например `python3.5`, замените `python3-dev` на `python3.5-dev`).

```
$ sudo apt-get install python3-dev mercurial
$ sudo apt-get install libsdl-image1.2-dev libsdl2-dev libsdl-ttf2.0-dev
```

Эти команды устанавливают библиотеки, необходимые для успешного запуска игры Alien Invasion. Если вы хотите включить расширенную функциональность Pygame (например, возможность добавления звуков), добавьте следующие библиотеки:

```
$ sudo apt-get install libsdl-mixer1.2-dev libportmidi-dev
$ sudo apt-get install libswscale-dev libsmpeg-dev libavformat-dev libavcode-dev
$ sudo apt-get install python-numpy
```

Теперь установите Pygame следующей командой (используйте pip3, если эта команда соответствует вашей системе):

```
$ pip install --user hg+http://bitbucket.org/pygame/pygame
```

После небольшой паузы программа сообщает, какие библиотеки были найдены. Нажмите Enter, даже если некоторые библиотеки отсутствуют. Вы увидите сообщение об успешной установке Pygame.

Чтобы проверить правильность установки, откройте терминальный сеанс и попробуйте импортировать Pygame:

```
$ python3
->>> import pygame
->>>
```

Если импортирование прошло нормально, переходите к разделу «Создание проекта игры» на с. 231.

## Установка Pygame в OS X

Для установки некоторых пакетов, от которых зависит Pygame, вам понадобится менеджер пакетов Homebrew. Если в вашей системе он еще не установлен, обращайтесь к приложению А за инструкциями.

Чтобы установить библиотеки, от которых зависит Pygame, введите следующую команду:

```
$ brew install hg sdl sdl_image sdl_ttf
```

Команда устанавливает библиотеки, необходимые для Alien Invasion. В процессе установки каждой библиотеки на экране должна выводиться соответствующая информация.

Если вы хотите включить расширенную функциональность (например, возможность добавления звуков), добавьте еще две библиотеки:

```
$ brew install sdl_mixer portmidi
```

Установите Pygame следующей командой (используйте pip вместо pip3, если вы используете Python 2.7):

```
$ pip3 install --user hg+http://bitbucket.org/pygame/pygame
```

Чтобы проверить правильность установки, откройте терминальный сеанс и попробуйте импортировать Pygame (используйте python вместо python3, если вы используете Python 2.7):

```
$ python3
>>> import pygame
>>>
```

Если импортирование прошло нормально, переходите к разделу «Создание проекта игры».

## Установка Pygame в Windows

Проект Pygame размещен на сайте совместного использования кода Bitbucket. Чтобы установить Pygame для вашей версии Windows, найдите на странице <https://bitbucket.org/pygame/pygame/downloads/> программу установки для Windows, соответствующую вашей версии Python. Если вы не нашли подходящую программу установки на сайте Bitbucket, попробуйте поискать по адресу <http://www.lfd.uci.edu/~gohlke/pythonlibs/#pygame>.

Когда подходящий файл будет загружен, запустите программу установки, если это файл с расширением .exe.

Если файл имеет суффикс .whl, скопируйте его в каталог проекта. Откройте окно командной строки, перейдите в папку, в которую был скопирован установочный пакет, и воспользуйтесь программой pip для запуска установки:

```
> python -m pip install --user pygame-1.9.2a0-cp35-none-win32.whl
```

## Создание проекта игры

Построение игры начнется с создания пустого окна Pygame, в котором позднее будут отображаться игровые элементы — прежде всего корабль и пришельцы. Также игра должна реагировать на действия пользователя, назначать цвет фона и загружать изображение корабля.

### Создание окна Pygame и обработка ввода

Начнем с создания пустого окна Pygame. Ниже приведена базовая структура игры, написанной с использованием Pygame:

```
alien_invasion.py
import sys

import pygame

def run_game():
 # Инициализирует игру и создает объект экрана.
❶ pygame.init()
❷ screen = pygame.display.set_mode((1200, 800))
 pygame.display.set_caption("Alien Invasion")

 # Запуск основного цикла игры.
```

```

❸ while True:
 # Отслеживание событий клавиатуры и мыши.
❹ for event in pygame.event.get():
❺ if event.type == pygame.QUIT:
 sys.exit()

 # Отображение последнего прорисованного экрана.
❻ pygame.display.flip()
run_game()

```

Программа начинается с импортирования модуля `sys` и `pygame`. Модуль `pygame` содержит функциональность, необходимую для создания игры, а модуль `sys` завершает игру по команде игрока.

Игра Alien Invasion начинается с определения функции `run_game()`. Стока `pygame.init()` ❶ инициализирует настройки, необходимые Pygame для нормальной работы. В точке ❷ вызов `pygame.display.set_mode()` создает отображаемую область `screen`, на которой прорисовываются все графические элементы игры. Аргумент `(1200, 800)` представляет собой кортеж, определяющий размеры игрового окна. Передавая эти размеры `pygame.display.set_mode()`, мы создаем игровое окно с шириной 1200 пикселов и высотой 800 пикселов. (Вы можете изменить эти значения в соответствии с размерами своего монитора.)

Объект `screen` называется *поверхностью* (*surface*). Поверхность в Pygame представляет часть экрана, на которой отображается игровой элемент. Каждый элемент в игре (например, пришелец или корабль игрока) представлен поверхностью. Поверхность, возвращаемая `display.set_mode()`, представляет все игровое окно. При активизации игрового цикла анимации эта поверхность автоматически переприсовывается при каждом проходе цикла.

Процессом игры управляет цикл `while` ❸, который содержит цикл событий и код, управляющий обновлениями экрана. *Событием* называется действие, выполняемое пользователем во время игры (например, нажатие клавиши или перемещение мыши). Чтобы наша программа реагировала на события, мы напишем *цикл событий* для прослушивания событий и выполнения соответствующей операции в зависимости от типа произошедшего события. Этим циклом событий является цикл `for` в точке ❹.

Чтобы получить доступ к событиям, обнаруженным Pygame, мы используем метод `pygame.event.get()`. При любом событии клавиатуры или мыши отрабатывает цикл `for`. В этом цикле мы пишем серию команд `if` для обнаружения и обработки конкретных событий. Например, когда игрок щелкает на кнопке закрытия игрового окна, программа обнаруживает событие `pygame.QUIT`, и программа вызывает метод `sys.exit()` для выхода из игры ❺.

Вызов `pygame.display.flip()` ❻ приказывает Pygame отобразить последний отрисованный экран. В данном случае при каждом выполнении цикла `while` будет отображаться пустой экран со стиранием старого экрана, так что виден будет только новый экран. При перемещении игровых элементов вызов `pygame.display.flip()` будет постоянно обновлять экран, отображая игровые элементы в новых позициях и скрывая старые изображения; таким образом создается иллюзия плавного движения.

Последняя строка в этой базовой структуре вызывает метод `run_game()`, который инициализирует игру и запускает основной цикл.

Запустите этот код, и вы увидите пустое окно Pygame.

## Назначение цвета фона

Pygame по умолчанию создает черный экран, но это банально. Выберем другой цвет фона:

```
alien_invasion.py
...
def run_game():
 ...
 pygame.display.set_caption("Alien Invasion")

 ❶ # Назначение цвета фона.
 ❶ bg_color = (230, 230, 230)

 # Запуск основного цикла игры.
 while True:

 # Отслеживание событий клавиатуры и мыши.
 ...
 ❷ # При каждом проходе цикла перерисовывается экран.
 ❷ screen.fill(bg_color)

 # Отображение последнего прорисованного экрана.
 pygame.display.flip()

 run_game()
```

Сначала программа создает цвет фона и сохраняет его в переменной `bg_color` ❶. Цвет достаточно задать только один раз, поэтому его значение определяется до входа в основной цикл `while`.

Цвета в Pygame задаются в схеме RGB: тройками интенсивности красной, зеленой и синей составляющих цвета. Значение каждой составляющей лежит в диапазоне от 0 до 255. Цветовое значение (255, 0, 0) соответствует красному цвету, (0, 255, 0) – зеленому и (0, 0, 255) – синему. Разные сочетания составляющих RGB позволяют создать до 16 миллионов цветов. В цветовом значении (230, 230, 230) красная, синяя и зеленая составляющие смешиваются в равных долях, давая светло-серый цвет фона.

В точке ❷ экран заполняется цветом фона. Для этого вызывается метод `screen.fill()`, получающий всего один аргумент: цвет фона.

## Создание класса `Settings`

Каждый раз, когда в нашу игру добавляется новая функциональность, также в нее обычно добавляются новые настройки (параметры конфигурации). Вместо того чтобы добавлять настройки в коде, мы напишем модуль с именем `settings`; этот

модуль содержит класс с именем `Settings` для хранения всех настроек. Такое решение позволит передавать один объект вместо множества отдельных настроек. Кроме того, оно упрощает вызовы функций и упрощает изменение внешнего вида игры с ростом проекта. Чтобы внести изменения в игру, достаточно будет изменить некоторые значения в `settings.py` вместо того, чтобы искать разные настройки в файлах.

Исходная версия класса `Settings` выглядит так:

```
settings.py
class Settings():
 """Класс для хранения всех настроек игры Alien Invasion."""

 def __init__(self):
 """Инициализирует настройки игры."""
 # Параметры экрана
 self.screen_width = 1200
 self.screen_height = 800
 self.bg_color = (230, 230, 230)
```

Чтобы создать экземпляр `Settings` и использовать его для обращения к настройкам, внесите изменения в `alien_invasion.py`:

```
alien_invasion.py
...
import pygame

from settings import Settings

def run_game():
 # Инициализирует pygame, settings и объект экрана.
 pygame.init()
❶ ai_settings = Settings()
❷ screen = pygame.display.set_mode(
 (ai_settings.screen_width, ai_settings.screen_height))
 pygame.display.set_caption("Alien Invasion")

 # Запуск основного цикла игры.
 while True:
 ...
 # При каждом проходе цикла перерисовывается экран.
❸ screen.fill(ai_settings.bg_color)

 # Отображение последнего прорисованного экрана.
 pygame.display.flip()

run_game()
```

Класс `Settings` импортируется в основной файл программы, после чего программа создает экземпляр `Settings` и сохраняет его в `ai_settings` после вызова `pygame.init()` ❶. При создании экрана ❷ используются атрибуты `screen_width` и `screen_height` объекта `ai_settings`, после чего объект `ai_settings` также используется для получения цвета фона при заполнении экрана ❸.

## Добавление изображения корабля

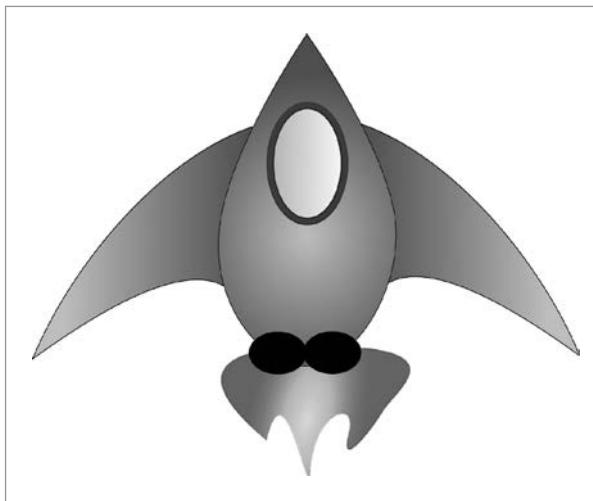
А теперь добавим в игру космический корабль, которым управляет игрок. Чтобы вывести его на экран, мы загрузим изображение, после чего воспользуемся методом Pygame `blit()` для вывода изображения.

Выбирая графику для своих игр, обязательно обращайте внимание на условия лицензирования. Самый безопасный и дешевый начальный вариант — использование бесплатной графики с таких сайтов, как <http://pixabay.com/>.

В игре можно использовать практически любые графические форматы, но проще всего использовать файлы в формате `.bmp`, потому что этот формат Pygame загружает по умолчанию. И хотя Pygame можно настроить для других типов файлов, некоторые типы зависят от установки на компьютере определенных графических библиотек. (Большинство изображений, которые вы найдете, имеют формат `.jpg`, `.png` или `.gif`, но их можно преобразовать в формат `.bmp` при помощи таких программ, как Photoshop, GIMP или Paint.)

Обратите особое внимание на цвет фона вашего изображения. Попробуйте найти файл с прозрачным фоном, который можно заменить любым цветом фона в графическом редакторе. Чтобы ваша игра хорошо смотрелась, цвет фона изображения должен соответствовать цвету фона игры. Также можно подобрать цвет фона игры под цвет фона изображения.

В игре Alien Invasion используется файл `ship.bmp` (рис. 12.1), который можно загрузить в числе ресурсов книги по адресу <https://www.nostarch.com/pythoncrashcourse/>. Цвет фона файла соответствует настройкам, используемым в проекте. Создайте в главном каталоге проекта (`alien_invasion`) каталог с именем `images`. Сохраните файл `ship.bmp` в каталоге `images`.



**Рис. 12.1.** Корабль для игры Alien Invasion

## Создание класса Ship

После того как изображение корабля выбрано, его необходимо вывести на экран. Для работы с кораблем мы напишем модуль `ship`, содержащий класс `Ship`. Этот класс реализует большую часть поведения корабля.

```
ship.py
import pygame

class Ship():

 def __init__(self, screen):
 """Инициализирует корабль и задает его начальную позицию."""
 self.screen = screen

 # Загрузка изображения корабля и получение прямоугольника.
 ❶ self.image = pygame.image.load('images/ship.bmp')
 ❷ self.rect = self.image.get_rect()
 ❸ self.screen_rect = screen.get_rect()
 # Каждый новый корабль появляется у нижнего края экрана.
 ❹ self.rect.centerx = self.screen_rect.centerx
 self.rect.bottom = self.screen_rect.bottom

 ❺ def blitme(self):
 """Рисует корабль в текущей позиции."""
 self.screen.blit(self.image, self.rect)
```

Сначала программа импортирует модуль `pygame`. Метод `__init__()` класса `Ship` получает два параметра: ссылку `self` и объект `screen`, на котором выводится корабль. Загрузка изображения выполняется вызовом `pygame.image.load()` ❶. Функция возвращает поверхность, представляющую корабль; полученный объект сохраняется в `self.image`.

После того как изображение будет загружено, метод `get_rect()` используется для получения атрибута `rect` поверхности ❷. Один из факторов эффективности Pygame заключается в том, что программист может выполнять операции с игровыми элементами как с прямоугольниками даже в том случае, если они имеют другую форму. Операции с прямоугольниками эффективны, потому что прямоугольник — простая геометрическая фигура. Обычно этот подход работает достаточно хорошо и игроки не замечают, что программа не отслеживает точную геометрическую форму каждого игрового элемента.

При работе с объектом `rect` для вас доступны координаты `x` и `y` верхней, нижней, левой и правой сторон, а также центра. Присваивая любые из этих значений, вы задаете текущую позицию прямоугольника.

Местонахождение центра игрового элемента определяется атрибутами `center`, `centerx` или `centery` прямоугольника. Стороны определяются атрибутами `top`, `bottom`, `left` и `right`. Для изменения горизонтального или вертикального расположения прямоугольника достаточно задать атрибуты `x` и `y`, содержащие координаты левого верхнего угла. Эти атрибуты избавляют вас от вычислений, которые раньше разработчикам игр приходилось выполнять вручную, притом достаточно часто.

### ПРИМЕЧАНИЕ

В Pygame начало координат (0, 0) находится в левом верхнем углу экрана, а оси направлены сверху вниз и слева направо. На экране с размерами 1200 на 800 начало координат располагается в левом верхнем углу, а правый нижний угол имеет координаты (1200, 800).

Корабль будет расположен в середине нижней стороны экрана. Для этого мы сначала сохраняем прямоугольник экрана в `self.screen_rect` ❸, а затем присваиваем `self.rect.centerx` (координата *x* центра корабля) значение атрибута `centerx` прямоугольника экрана ❹. Атрибуту `self.rect.bottom` (координата *y* низа корабля) присваивается значение атрибута `bottom` прямоугольника экрана. Pygame использует эти атрибуты `rect` для позиционирования изображения, чтобы корабль был выровнен по центру, а его нижний край совпадал с нижним краем экрана.

В точке ❺ определяется метод `blitme()`, который выводит изображение на экран в позиции, заданной `self.rect`.

### Вывод корабля на экран

Изменим программу `alien_invasion.py`, чтобы в ней создавался корабль (экземпляр `Ship`) и вызывался метод `blitme()` класса `Ship`:

```
alien_invasion.py
...
from settings import Settings
from ship import Ship

def run_game():
 ...
 pygame.display.set_caption("Alien Invasion")

❶ # Создание корабля.
❷ ship = Ship(screen)

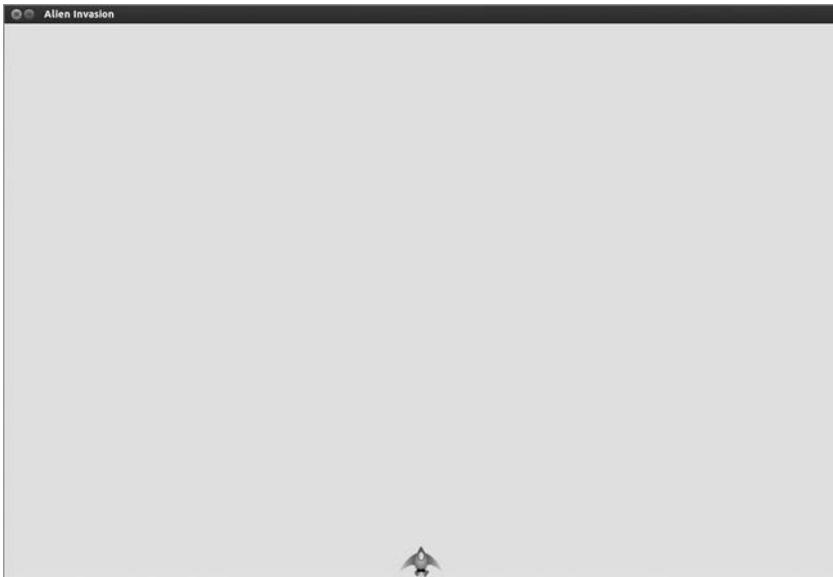
 # Start the main loop for the game.
 while True:
 ...
 # При каждом проходе цикла перерисовывается экран.
 screen.fill(ai_settings.bg_color)
❸ ship.blitme()

 # Отображение последнего прорисованного экрана.
 pygame.display.flip()

run_game()
```

После создания экрана программа импортирует класс `Ship` и создает его экземпляр (*с именем ship*). Это должно происходить до начала основного цикла `while` ❶, чтобы при каждом проходе цикла не создавался новый экземпляр корабля. Чтобы перерисовать корабль на экране, мы вызываем `ship.blitme()` после заполнения фона, так что корабль выводится поверх фона ❷.

Если вы запустите `alien_invasion.py` сейчас, вы увидите пустой игровой экран, в центре нижней стороны которого находится корабль (рис. 12.2).



**Рис. 12.2.** Корабль в середине нижней стороны экрана

## Рефакторинг: модуль game\_functions

В больших проектах перед добавлением нового кода часто проводится рефакторинг уже написанного кода. Рефакторинг упрощает структуру существующего кода и дальнейшее развитие проекта. В этом разделе мы создадим новый модуль `game_functions` для хранения функций, обеспечивающих работу игры. Модуль `game_functions` предотвратит чрезмерное разрастание `alien_invasion.py` и сделает логику `alien_invasion.py` более простой и понятной.

### Функция check\_events()

Начнем с перемещения кода управления событиями в отдельную функцию `check_events()`. Тем самым вы упростите `run_game()` и изолируете цикл управления событиями от остального кода. Изоляция цикла событий позволит организовать управление событиями отдельно от других аспектов игры (например, обновления экрана).

Поместим `check_events()` в отдельный модуль с именем `game_functions`:

```
game_functions.py
import sys

import pygame

def check_events():
```

```
"""Обрабатывает нажатия клавиш и события мыши."""
for event in pygame.event.get():
 if event.type == pygame.QUIT:
 sys.exit()
```

Этот модуль импортирует модули `sys` и `pygame`, используемые в цикле обработки событий. На данный момент эта функция не получает параметров, а ее тело копируется из цикла событий в `alien_invasion.py`.

Теперь изменим код `alien_invasion.py`, чтобы он импортировал модуль `game_functions`, и мы заменим цикл событий вызовом `check_events()`:

```
alien_invasion.py
import pygame

from settings import Settings
from ship import Ship
import game_functions as gf

def run_game():
 ...
 # Запуск основного цикла игры.
 while True:
 gf.check_events()

 # При каждом проходе цикла перерисовывается экран.
 ...

При каждом проходе цикла перерисовывается экран.
```

Импортировать модуль `sys` прямо в главный файл в программы уже не нужно, потому что он сейчас используется только в модуле `game_functions`. Импортируемому модулю `game_functions` для удобства присваивается псевдоним `gf`.

## Функция `update_screen()`

Для дальнейшего упрощения `run_game()` выделим код обновления экрана в отдельную функцию `update_screen()` в `game_functions.py`:

```
game_functions.py
...
def check_events():
 ...

def update_screen(ai_settings, screen, ship):
 """Обновляет изображения на экране и отображает новый экран."""
 # При каждом проходе цикла перерисовывается экран.
 screen.fill(ai_settings.bg_color)
 ship.blitme()

 # Отображение последнего прорисованного экрана.
 pygame.display.flip()
```

Новая функция `update_screen()` получает три параметра: `ai_settings`, `screen` и `ship`. Теперь необходимо заменить цикл `while` из `alien_invasion.py` вызовом `update_screen()`:

```
alien_invasion.py
...
Запуск основного цикла игры.
while True:
 gf.check_events()
 gf.update_screen(ai_settings, screen, ship)

run_game()
```

Эти две функции упрощают цикл `while` и процесс дальнейшей разработки. Большая часть работы будет выполняться не в `run_game()`, а в модуле `game_functions`.

Так как мы решили начать работу с кодом с одного файла, мы не стали вводить модуль `game_functions` с самого начала. Эта последовательность дает представление о реальном процессе разработки: сначала вы пишете свой код в самом простом виде, а потом подвергаете его рефакторингу по мере роста сложности проекта.

Теперь, когда мы изменили структуру кода и упростили его расширение, можно переходить к динамическим аспектам игры!

### УПРАЖНЕНИЯ

12-1. Синее небо: создайте окно Pygame с синим фоном.

12-2. Игровой персонаж: найдите изображение игрового персонажа, который вам нравится, в формате .bmp (или преобразуйте существующее изображение). Создайте класс, который рисует персонажа в центре экрана, и приведите цвет фона изображения в соответствие с цветом фона экрана (или наоборот).

## Управление кораблем

Реализуем возможность перемещения корабля по горизонтали. Для этого мы напишем код, реагирующий на нажатие клавиш → или ←. Начнем с движения вправо, а потом применим те же принципы к движению влево. Заодно вы научитесь управлять перемещением изображений на экране.

### Обработка нажатия клавиши

Каждый раз, когда пользователь нажимает клавишу, это нажатие регистрируется в Pygame как событие. Каждое событие идентифицируется методом `pygame.event.get()`, поэтому в функции `check_events()` необходимо указать, какие события должны отслеживаться. Каждое нажатие клавиши регистрируется как событие `KEYDOWN`.

При обнаружении события `KEYDOWN` необходимо проверить, была ли нажата клавиша, инициирующая некоторое игровое событие. Например, при нажатии клавиши → значение `rect.centerx` корабля увеличивается для перемещения корабля вправо:

```
game_functions.py
def check_events(ship):
 """Обрабатывает нажатия клавиш и события мыши."""
 pass
```

```

for event in pygame.event.get():
 if event.type == pygame.QUIT:
 sys.exit()
❶ elif event.type == pygame.KEYDOWN:
❷ if event.key == pygame.K_RIGHT:
 # Переместить корабль вправо.
❸ ship.rect.centerx += 1

```

Функции `check_events()` передается параметр `ship`, потому что корабль должен двигаться вправо при нажатии клавиши →. Внутри `check_events()` в цикл событий добавляется блок `elif` для выполнения кода при обнаружении события `KEYDOWN` ❶. Чтобы проверить, является ли нажатая клавиша клавишей → (`pygame.K_RIGHT`), мы читаем атрибут `event.key` ❷. Если нажата клавиша →, корабль перемещается вправо, для чего значение `ship.rect.centerx` увеличивается на 1 ❸.

Вызов `check_events()` в `alien_invasion.py` необходимо изменить, чтобы в аргументе передавался объект `ship`:

```

alien_invasion.py
Запуск основного цикла игры.
while True:
 gf.check_events(ship)
 gf.update_screen(ai_settings, screen, ship)

```

Если запустить программу `alien_invasion.py` сейчас, вы увидите, что корабль перемещается вправо на 1 пиксель при каждом нажатии клавиши →. Неплохо для начала, но это не лучший способ управления кораблем. Чтобы управление было более удобным, следует реализовать возможность непрерывного перемещения.

## Непрерывное перемещение

Если игрок удерживает клавишу →, корабль должен двигаться вправо до тех пор, пока клавиша не будет отпущена. Чтобы узнать, когда клавиша → будет отпущена, наша игра отслеживает событие `pygame.KEYUP`; таким образом, реализация непрерывного движения будет основана на отслеживании событий `KEYDOWN` и `KEYUP` в сочетании с флагом `moving_right`.

В неподвижном состоянии корабля флаг `moving_right` равен `False`. При нажатии клавиши → флагу присваивается значение `True`, а когда клавиша будет отпущена, флаг возвращается в состояние `False`.

Класс `Ship` управляет всеми атрибутами корабля, и мы добавим в него атрибут с именем `moving_right` и метод `update()` для проверки состояния флага `moving_right`. Метод `update()` изменяет позицию корабля, если флаг содержит значение `True`. Этот метод будет вызываться каждый раз, когда вы хотите обновить позицию корабля.

Ниже приведены изменения в классе `Ship`:

```

ship.py
class Ship():

```

---

## 242 Глава 12 • Стреляющий корабль

```
def __init__(self, screen):
 ...
 # Каждый новый корабль появляется у нижнего края экрана.
 self.rect.centerx = self.screen_rect.centerx
 self.rect.bottom = self.screen_rect.bottom

 # Флаг перемещения
❶ self.moving_right = False

❷ def update(self):
 """Обновляет позицию корабля с учетом флага."""
 if self.moving_right:
 self.rect.centerx += 1

 def blitme(self):
 ...
```

Мы добавляем атрибут `self.moving_right` в методе `__init__()` и инициализируем его значением `False` ❶. Затем вызывается метод `update()`, который перемещает корабль вправо, если флаг равен `True` ❷.

Теперь внесем изменения в `check_events()`, чтобы при нажатии клавиши → `moving_right` присваивалось значение `True`, а при ее отпускании — `False`:

```
game_functions.py
def check_events(ship):
 """Обрабатывает нажатия клавиш и события мыши."""
 for event in pygame.event.get():
 ...
 elif event.type == pygame.KEYDOWN:
 if event.key == pygame.K_RIGHT:
 ❶ ship.moving_right = True
 ❷ elif event.type == pygame.KEYUP:
 if event.key == pygame.K_RIGHT:
 ship.moving_right = False
```

В точке ❶ изменяется реакция игры при нажатии клавиши →; вместо непосредственного изменения позиции корабля программа просто присваивает `moving_right` значение `True`. В точке ❷ добавляется новый блок `elif`, реагирующий на события `KEYUP`. Когда игрок отпускает клавишу → (`K_RIGHT`), `moving_right` присваивается значение `False`.

Остается изменить цикл `while` в `alien_invasion.py`, чтобы при каждом проходе цикла вызывался метод `update()` корабля:

```
alien_invasion.py
Запуск основного цикла игры.
while True:
 gf.check_events(ship)
 ship.update()
 gf.update_screen(ai_settings, screen, ship)
```

Позиция корабля будет обновляться после проверки событий клавиатуры, но перед обновлением экрана. Таким образом, позиция корабля обновляется в от-

вет на действия пользователя и будет использоваться при перерисовке корабля на экране.

Если запустить alien\_invasion.py и удерживать клавишу →, корабль непрерывно движется вправо, пока клавиша не будет отпущена.

## Перемещение влево и вправо

Теперь, когда мы реализовали непрерывное движение вправо, добавить движение влево относительно несложно. Для этого нужно снова изменить класс `Ship` и функцию `check_events()`. Ниже приведены необходимые изменения в `__init__()` и `update()` в классе `Ship`:

```
ship.py
def __init__(self, screen):
 ...
 # Флаги перемещения
 self.moving_right = False
 self.moving_left = False

def update(self):
 """Обновляет позицию корабля с учетом флагов."""
 if self.moving_right:
 self.rect.centerx += 1
 if self.moving_left:
 self.rect.centerx -= 1
```

В методе `__init__()` добавляется флаг `self.moving_left`. В `update()` используются два отдельных блока `if` вместо `elif`, чтобы при нажатии обеих клавиш со стрелками атрибут `rect.centerx` сначала увеличивался, а потом уменьшался. В результате корабль остается на месте. Если бы для движения влево использовался блок `elif`, то клавиша → всегда имела бы приоритет. Такая реализация повышает точность перемещения при переключении направления, когда игрок может ненадолго удерживать нажатыми обе клавиши.

В `check_events()` необходимо внести два изменения:

```
game_functions.py

def check_events(ship):
 """Обрабатывает нажатия клавиш и события мыши."""
 for event in pygame.event.get():
 ...
 elif event.type == pygame.KEYDOWN:
 if event.key == pygame.K_RIGHT:
 ship.moving_right = True
 elif event.key == pygame.K_LEFT:
 ship.moving_left = True

 elif event.type == pygame.KEYUP:
 if event.key == pygame.K_RIGHT:
 ship.moving_right = False
 elif event.key == pygame.K_LEFT:
 ship.moving_left = False
```

Если событие KEYDOWN происходит для события K\_LEFT, то moving\_left присваивается `True`. Если событие KEYUP происходит для события K\_LEFT, то moving\_left присваивается `False`. Здесь возможно использовать блоки `elif`, потому что каждое событие связано только с одной клавишей. Если же игрок нажимает обе клавиши одновременно, то программа обнаруживает два разных события.

Если вы запустите `alien_invasion.py`, то увидите, что корабль может непрерывно двигаться влево и вправо. Если же нажать обе клавиши, корабль останавливается. Следующий шаг — доработка движения корабля. Внесем изменения в скорость и ограничим величину перемещения, чтобы корабль не выходил за края экрана.

## Регулировка скорости корабля

В настоящий момент корабль смещается на один пиксель за каждый проход цикла `while`, но для повышения точности управления скоростью можно добавить в класс `Settings` атрибут `ship_speed_factor`. Этот атрибут определяет величину смещения корабля при каждом проходе цикла. Новый атрибут `settings.py` выглядит так:

```
settings.py
class Settings():
 """Класс для хранения всех настроек игры Alien Invasion."""

 def __init__(self):
 ...
 # Настройки корабля
```

Переменной `ship_speed_factor` присваивается значение 1.5. При перемещении корабля его позиция изменяется на 1,5 пикселя вместо 1. Дробные значения скорости позволяют лучше управлять скоростью корабля при последующем повышении темпа игры. Однако атрибуты прямоугольников (такие, как `centerx`) принимают только целочисленные значения, поэтому в `Ship` необходимо внести ряд изменений:

```
ship.py
class Ship():
 def __init__(self, ai_settings, screen):
 """Инициализирует корабль и задает его начальную позицию."""
 self.screen = screen
 self.ai_settings = ai_settings
 ...

 # Каждый новый корабль появляется у нижнего края экрана
 ...

 # Сохранение вещественной координаты центра корабля.
 self.center = float(self.rect.centerx)

 # Флаги перемещения
 self.moving_right = False
 self.moving_left = False
```

```

def update(self):
 """Обновляет позицию корабля с учетом флагов."""
 # Обновляется атрибут center, не rect.
 if self.moving_right:
 ❶ self.center += self.ai_settings.ship_speed_factor
 if self.moving_left:
 self.center -= self.ai_settings.ship_speed_factor

 # Обновление атрибута rect на основании self.center.
 ❷ self.rect.centerx = self.center
def blitme(self):
 ...

```

В точке ❶ в список параметров `__init__()` добавляется параметр `ai_settings`, чтобы для корабля была доступна величина его скорости. Затем параметр `ai_settings` преобразуется в атрибут для использования в `update()` ❷. Так как позиция корабля изменяется с нецелым приращением пикселов, она должна храниться в переменной, способной хранить дробные значения. Формально атрибутам `rect` можно присвоить дробные значения, но `rect` сохранит только целую часть этого значения. Для точного хранения позиции корабля определяется новый атрибут `self.center`, способный хранить дробные значения ❸. Функция `float()` используется для преобразования значения `self.rect.centerx` в вещественный формат и сохранения этого значения в `self.center`.

После изменения позиции корабля в `update()` значение `self.center` изменяется на величину, хранящуюся в `ai_settings.ship_speed_factor` ❹. После обновления `self.center` новое значение используется для обновления атрибута `self.rect.centerx`, управляющего позицией корабля ❺. В `self.rect.centerx` будет сохранена только целая часть `self.center`, но для отображения корабля этого достаточно.

Значение `ai_settings` должно передаваться в аргументе при создании экземпляра `Ship` в `alien_invasion.py`:

```

alien_invasion.py
...
def run_game():
 ...
Создание корабля.
 ship = Ship(ai_settings, screen)
...

```

Теперь с любым значением `ship_speed_factor`, большим 1, корабль будет двигаться быстрее. Эта возможность ускорит реакцию корабля на действия игрока, а также позволит нам изменить темп игры с течением времени.

## Ограничение перемещений

Если удерживать какую-нибудь клавишу со стрелкой достаточно долго, корабль выйдет за край экрана. Давайте сделаем так, чтобы корабль останавливался при достижении края экрана. Задача решается изменением метода `update()` в классе `Ship`:

```
ship.py
def update(self):
 """Обновляет позицию корабля с учетом флагов."""
 # Обновляется атрибут center, не rect.
❶ if self.moving_right and self.rect.right < self.screen_rect.right:
 self.center += self.ai_settings.ship_speed_factor
❷ if self.moving_left and self.rect.left > 0:
 self.center -= self.ai_settings.ship_speed_factor

 # Обновление атрибута rect на основании self.center
 self.rect.centerx = self.center
```

Этот код проверяет позицию корабля перед изменением значения `self.center`. Выражение `self.rect.right` возвращает координату *x* правого края прямоугольника корабля. Если это значение меньше значения, возвращаемого `self.screen_rect.right`, значит, корабль еще не достиг правого края экрана ❶. То же относится и к левому краю: если координата *x* левой стороны прямоугольника больше 0, значит, корабль еще не достиг левого края экрана ❷. Проверка гарантирует, что корабль будет оставаться в пределах экрана, перед изменением значения `self.center`.

Если вы запустите `alien_invasion.py` сейчас, то движение корабля будет останавливаться у края экрана.

## Рефакторинг `check_events()`

В ходе разработки функция `check_events()` будет становиться все длиннее, поэтому мы выделим из `check_events()` еще две функции: для обработки событий `KEYDOWN` и для обработки событий `KEYUP`:

```
game_functions.py
def check_keydown_events(event, ship):
 """Реагирует на нажатие клавиш."""
 if event.key == pygame.K_RIGHT:
 ship.moving_right = True
 elif event.key == pygame.K_LEFT:
 ship.moving_left = True

def check_keyup_events(event, ship):
 """Реагирует на отпускание клавиш."""
 if event.key == pygame.K_RIGHT:
 ship.moving_right = False
 elif event.key == pygame.K_LEFT:
 ship.moving_left = False

def check_events(ship):
 """Обрабатывает нажатия клавиш и события мыши."""
 for event in pygame.event.get():
 if event.type == pygame.QUIT:
 sys.exit()
 elif event.type == pygame.KEYDOWN:
 check_keydown_events(event, ship)
```

```
elif event.type == pygame.KEYUP:
 check_keyup_events(event, ship)
```

В программе появились две новые функции: `check_keydown_events()` и `check_keyup_events()`. Каждая функция получает параметр `event` и параметр `ship`. Тела двух функций скопированы из `check_events()`, а старый код заменен вызовами новых функций. Новая структура кода упрощает функцию `check_events()` и облегчает последующее программирование реакции на действия игрока.

## В двух словах

В следующем разделе мы реализуем стрельбу, для чего нам потребуется новый файл с именем `bullet.py` и изменения в некоторых уже имеющихся файлах. В настоящее время программа состоит из четырех файлов с разными классами, функциями и методами. Чтобы вы четко представляли себе структуру проекта, кратко проанализируем каждый из этих файлов перед добавлением новой функциональности.

### `alien_invasion.py`

Главный файл программы `alien_invasion.py` создает ряд важных объектов, используемых ходе игры: настройки хранятся в `ai_settings`, основная поверхность для вывода изображения хранится в `screen`, а экземпляр `ship` тоже создается в этом файле. Также в `alien_invasion.py` содержится главный цикл игры — цикл `while` с вызовами `check_events()`, `ship.update()` и `update_screen()`.

Файл `alien_invasion.py` — единственный файл, который должен запускаться для игры в Alien Invasion. Все остальные файлы — `settings.py`, `game_functions.py`, `ship.py` — содержат код, который импортируется (прямо или косвенно) в этот файл.

### `settings.py`

Файл `settings.py` содержит класс `Settings`. Этот класс содержит только метод `__init__()`, инициализирующий атрибуты, которые управляют внешним видом и скоростью игры.

### `game_functions.py`

Файл `game_functions.py` содержит набор функций, выполняющих основную работу в игре. Функция `check_events()` обнаруживает события, представляющие интерес для игры (например, нажатия и отпускания клавиш), и обрабатывает все эти типы событий при помощи вспомогательных функций `check_keydown_events()` и `check_keyup_events()`. Пока эти функции управляют только движением корабля. Модуль `game_functions` также содержит функцию `update_screen()`, которая перерисовывает экран при каждом проходе основного цикла.

## ship.py

Файл `ship.py` содержит класс `Ship`. В этом классе определен метод `__init__()`, метод `update()` для управления позицией корабля и метод `blitme()` для вывода изображения корабля на экран. Изображение корабля хранится в файле `ship.bmp`, который находится в папке `images`.

### УПРАЖНЕНИЯ

12-3. Ракета: создайте игру, у которой в исходном состоянии в центре экрана находится ракета. Игрок может перемещать ракету вверх, вниз, вправо и влево четырьмя клавишами со стрелками. Проследите за тем, чтобы ракета не выходила за края экрана.

12-4. Клавиши: создайте файл Pygame, который создает пустой экран. В цикле событий выводите значение атрибута `event.key` при обнаружении события `pygame.KEYDOWN`. Запустите программу, нажимайте различные клавиши и понаблюдайте за реакцией Pygame.

## Стрельба

А теперь добавим в игру возможность стрельбы. Мы напишем код, который выпускает пулю (маленький прямоугольник) при нажатии игроком клавиши «пробел». Пули летят вертикально вверх, пока не исчезнут у верхнего края экрана.

## Добавление настроек

Сначала добавим в `settings.py` новые настройки для значений, управляющих поведением класса `Bullet`. Эти настройки добавляются в конец метода `__init__()`:

```
settings.py
def __init__(self):
 ...
 # Параметры пули
 self.bullet_speed_factor = 1
 self.bullet_width = 3
 self.bullet_height = 15
 self.bullet_color = 60, 60, 60
```

Эти настройки создают темно-серые пули с шириной 3 пикселя и высотой 15 пикселов. Пули двигаются немного медленнее, чем корабль.

## Создание класса Bullet

Теперь создадим файл `bullet.py` для хранения класса `Bullet`. Первая часть файла `bullet.py` выглядит так:

```
bullet.py
import pygame
from pygame.sprite import Sprite

class Bullet(Sprite):
```

```
"""Класс для управления пулями, выпущенными кораблем."""

def __init__(self, ai_settings, screen, ship):
 """Создает объект пули в текущей позиции корабля."""
 super(Bullet, self).__init__()
 self.screen = screen

 # Создание пули в позиции (0, 0) и назначение правильной позиции.
❶ self.rect = pygame.Rect(0, 0, ai_settings.bullet_width,
 ai_settings.bullet_height)
 self.rect.centerx = ship.rect.centerx
❷ self.rect.top = ship.rect.top

 # Позиция пули хранится в вещественном формате.
❸ self.y = float(self.rect.y)

❹ self.color = ai_settings.bullet_color
 self.speed_factor = ai_settings.bullet_speed_factor
```

Класс `Bullet` наследует от класса `Sprite`, импортируемого из модуля `pygame.sprite`. Работая со *спрятанным* (`sprite`), разработчик группирует связанные элементы в своей игре и выполняет операцию со всеми сгруппированными элементами одновременно. Чтобы создать экземпляр пули, методу `__init__()` необходимо передать экземпляры `ai_settings`, `screen` и `ship`, а вызов `super()` необходим для правильной реализации наследования от `Sprite`.

### ПРИМЕЧАНИЕ

Вызов `super(Bullet, self).__init__()` использует синтаксис Python 2.7. В Python 3 этот синтаксис тоже работает, хотя вызов также можно записать в более простой форме `super().__init__()`.

В точке ❶ создается атрибут `rect` пули. Пуля не создается на основе готового изображения, поэтому прямоугольник приходится строить «с нуля» при помощи класса `pygame.Rect()`. При создании экземпляра этого класса необходимо задать координаты левого верхнего угла прямоугольника, его ширину и высоту. Прямоугольник инициализируется в точке  $(0, 0)$ , но в следующих двух строках он перемещается в нужное место, так как позиция пули зависит от позиции корабля. Ширина и высота пули определяются значениями, хранящимися в `ai_settings`.

В точке ❷ атрибуту `centerx` пули присваивается значение `rect.centerx` корабля. Пуля должна появляться *y* верхнего края корабля, поэтому верхний край пули совмещается с верхним краем прямоугольника корабля для имитации «выстрела» из корабля ❸.

Координата *y* пули хранится в вещественной форме для внесения более точных изменений в скорость пули ❹. В точке ❺ настройки цвета и скорости пули сохраняются в `self.color` и `self.speed_factor`.

А вот как выглядит вторая часть `bullet.py`, `update()` и `draw_bullet()`:

```
bullet.py
def update(self):
 """Перемещает пулю вверх по экрану."""
 self.rect.y -= 1
```

```

Обновление позиции пули в вещественном формате.
❶ self.y -= self.speed_factor
Обновление позиции прямоугольника.
❷ self.rect.y = self.y
❸ def draw_bullet(self):
 """Вывод пули на экран."""
 pygame.draw.rect(self.screen, self.color, self.rect)

```

Метод `update()` управляет позицией пули. Когда происходит выстрел, пуля двигается вверх по экрану, что соответствует уменьшению координаты `y`; следовательно, для обновления позиции пули следует вычесть величину, хранящуюся в `self.speed_factor`, из `self.y` ❶. Затем значение `self.y` используется для изменения значения `self.rect.y` ❷. Атрибут `speed_factor` позволяет увеличить скорость пуль по ходу игры или при изменении ее поведения. Координата `x` пули после выстрела не изменяется, поэтому пуля летит вертикально по прямой линии.

Для вывода пули на экран вызывается функция `draw_bullet()`. Она заполняет часть экрана, определяемую прямоугольником пули, цветом из `self.color` ❸.

## Группировка пуль

Класс `Bullet` и все необходимые настройки готовы; можно переходить к написанию кода, который будет выпускать пулю каждый раз, когда игрок нажимает клавишу «пробел». Сначала мы создадим в `alien_invasion.py` группу для хранения всех летящих пуль, чтобы программа могла управлять их полетом. Эта группа будет представлена экземпляром класса `pygame.sprite.Group`, который напоминает список с расширенной функциональностью, которая может быть полезна при построении игр. Мы воспользуемся группой для прорисовки пуль на экране при каждом проходе основного цикла и обновления текущей позиции каждой пули:

```

alien_invasion.py
import pygame
from pygame.sprite import Group
...
def run_game():
 ...
 # Создание корабля.
 ship = Ship(ai_settings, screen)
 # Создание группы для хранения пуль.
❶ bullets = Group()
 ...
 # Запуск основного цикла игры.
 while True:
 gf.check_events(ai_settings, screen, ship, bullets)
 ship.update()
❷ bullets.update()
 gf.update_screen(ai_settings, screen, ship, bullets)
run_game()

```

Класс `Group` импортируется из `pygame.sprite`. В точке ❶ создается экземпляр `Group` с именем `bullets`. Эта группа создается за пределами цикла `while`, чтобы новая группа пуль не создавалась при каждом проходе цикла.

### ПРИМЕЧАНИЕ

Если группа будет создаваться в цикле, в результате программа создает тысячи групп, и скорость игры упадет до минимума. Если ваша игра со временем начинает заметно «тормозить», внимательно проверьте, что происходит в основном цикле `while`.

Объект `bullets` передается методам `check_events()` и `update_screen()`. В `check_events()` он используется при обработке клавиши «пробел», а в `update_screen()` необходимо перерисовать выводимые на экран пули.

Вызов `update()` для группы ❷ приводит к автоматическому вызову `update()` для каждого спрайта в группе. Стока `bullets.update()` вызывает `bullet.update()` для каждой пули, включенной в группу `bullets`.

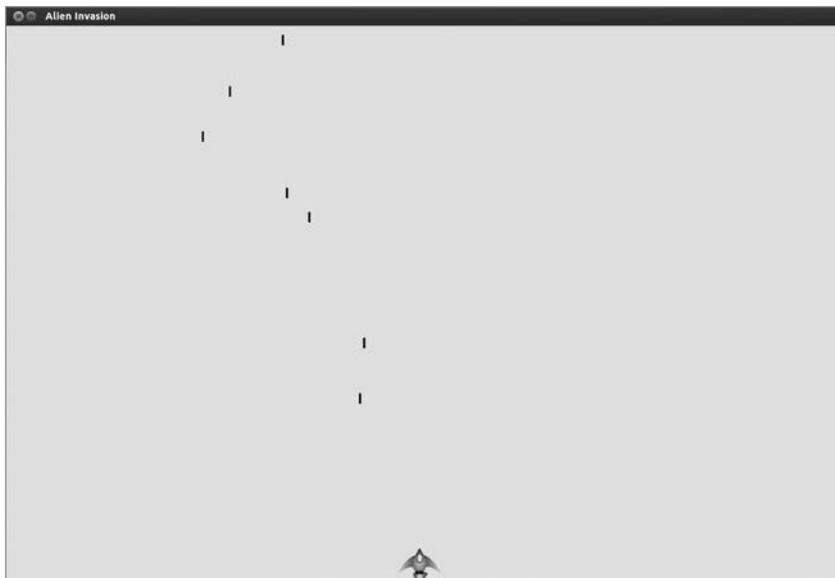
## Обработка выстрелов

В файле `game_functions.py` необходимо внести изменения в метод `check_keydown_events()`, чтобы при нажатии клавиши «пробел» происходил выстрел. Изменять `check_keyup_events()` не нужно, потому что при отпускании клавиши ничего не происходит. Также необходимо изменить `update_screen()` и вывести каждую пулю на экран перед вызовом `flip()`. Ниже представлены соответствующие изменения в `game_functions.py`:

```
game_functions.py
...
from bullet import Bullet
❶ def check_keydown_events(event, ai_settings, screen, ship, bullets):
 ...
❷ elif event.key == pygame.K_SPACE:
 # Создание новой пули и включение ее в группу bullets.
 new_bullet = Bullet(ai_settings, screen, ship)
 bullets.add(new_bullet)
 ...

❸ def check_events(ai_settings, screen, ship, bullets):
 """Обрабатывает нажатия клавиш и события мыши."""
 for event in pygame.event.get():
 ...
 elif event.type == pygame.KEYDOWN:
 check_keydown_events(event, ai_settings, screen, ship, bullets)
 ...

❹ def update_screen(ai_settings, screen, ship, bullets):
 ...
 # Все пули выводятся позади изображений корабля и пришельцев.
❺ for bullet in bullets.sprites():
 bullet.draw_bullet()
 ship.blitme()
 ...
```



**Рис. 12.3.** Экран игры после серии выстрелов

Группа `bullets` передается `check_keydown_events()` ❶. Когда игрок нажимает пробел, создается новая пуля (экземпляр `Bullet` с именем `new_bullet`), которая добавляется в группу `bullets` ❷ методом `add()`; код `bullets.add(new_bullet)` сохраняет новую пулю в группе `bullets`.

Группу `bullets` необходимо добавить в число параметров в определении `check_events()` ❸, а также передать в аргументе при вызове `check_keydown_events()`.

Параметр `bullets` передается функции `update_screen()` ❹, которая рисует пули на экране. Метод `bullets.sprites()` возвращает список всех спрайтов в группе `bullets`. Чтобы нарисовать все выпущенные пули на экране, программа перебирает спрайты в `bullets` и вызывает для каждого `draw_bullet()` ❺.

Если запустить `alien_invasion.py` сейчас, вы сможете двигать корабль влево и вправо и выпускать сколько угодно пуль. Пули перемещаются вверх по экрану и исчезают при достижении верхнего края (рис. 12.3). Размер, цвет и скорость пуль можно изменить при помощи настроек в `settings.py`.

## Удаление старых пуль

На данный момент пули исчезают по достижении верхнего края, но только потому, что Pygame не может нарисовать их выше края экрана. На самом деле пули продолжают существовать; их координата *y* продолжает уменьшаться. И это создает проблему, потому что пули продолжают потреблять память и вычислительные мощности.

От старых пуль необходимо избавиться, иначе игра замедлится из-за большого объема лишней работы. Для этого необходимо определить момент, когда атрибут `bottom` прямоугольника пули достигнет 0, — это означает, что пуля вышла за верхний край экрана:

```
alien_invasion.py
Запуск основного цикла игры.
while True:
 gf.check_events(ai_settings, screen, ship, bullets)
 ship.update()
 bullets.update()

 # Удаление пуль, вышедших за край экрана.
 ❶ for bullet in bullets.copy():
 ❷ if bullet.rect.bottom <= 0:
 ❸ bullets.remove(bullet)
 ❹ print(len(bullets))

 gf.update_screen(ai_settings, screen, ship, bullets)
```

Удалять элементы из списка или группы в цикле `for` не следует, поэтому перебирать нужно копию группы. Метод `copy()` используется для создания цикла `for` ❶, в котором возможно изменять содержимое `bullets`. Программа проверяет каждую пушку и определяет, вышла ли она за верхний край экрана ❷. Если пушка пересекла границу, она удаляется из `bullets` ❸. В точке ❹ добавляется команда `print`, которая сообщает, сколько пуль сейчас существует в игре; по выведенному значению можно убедиться в том, что пушки действительно были удалены.

Если код работает правильно, вы можете понаблюдать за выводом на терминале и убедиться в том, что количество пуль уменьшается до 0 после того, как очередной залп уходит за верхний край экрана. После того как вы запустите игру и убедитесь в том, что пушки правильно удаляются из группы, удалите команду `print`. Если команда останется в программе, она существенно замедлит игру, потому что вывод на терминал занимает больше времени, чем отображение графики в игровом окне.

## Ограничение количества пуль

Многие игры-«стрелялки» ограничивают количество пуль, одновременно находящихся на экране, чтобы у игроков появился стимул стрелять более метко. То же самое будет сделано и в игре Alien Invasion.

Сначала сохраним максимально допустимое количество пуль в `settings.py`:

```
settings.py
Параметры пули
self.bullet_width = 3
self.bullet_height = 15
self.bullet_color = 60, 60, 60
self.bullets_allowed = 3
```

В любой момент времени на экране может находиться не более трех пуль. Эта настройка будет использоваться в `game_functions.py` для проверки количества существующих пуль перед созданием новой пули в `check_keydown_events()`:

```
game_functions.py
def check_keydown_events(event, ai_settings, screen, ship, bullets):
 ...
 elif event.key == pygame.K_SPACE:
 # Создание новой пули и включение ее в группу bullets.
 if len(bullets) < ai_settings.bullets_allowed:
 new_bullet = Bullet(ai_settings, screen, ship)
 bullets.add(new_bullet)
```

При нажатии клавиши «пробел» программа проверяет длину `bullets`. Если значение `len(bullets)` меньше трех, создается новая пуля. Но, если на экране уже находятся три активные пули, при нажатии пробела ничего не происходит. Если вы запустите игру сейчас, вы сможете выпускать пули только группами по три.

## Создание функции `update_bullets()`

Мы хотим, чтобы главный файл программы `alien_invasion.py` был как можно более простым, поэтому после написания и проверки кода управления пулами этот код можно переместить в модуль `game_functions`. Мы создадим новую функцию `update_bullets()` и добавим ее в конец `game_functions.py`:

```
game_functions.py
def update_bullets(bullets):
 """Обновляет позиции пуль и уничтожает старые пули."""
 # Обновление позиций пуль.
 bullets.update()

 # Удаление пуль, вышедших за край экрана.
 for bullet in bullets.copy():
 if bullet.rect.bottom <= 0:
 bullets.remove(bullet)
```

Код `update_bullets()` вырезается и вставляется из `alien_invasion.py`; единственным необходимым параметром функции является группа `bullets`.

Цикл `while` в `alien_invasion.py` снова выглядит просто:

```
alien_invasion.py
Запуск основного цикла игры.
while True:
 ❶ gf.check_events(ai_settings, screen, ship, bullets)
 ❷ ship.update()
 ❸ gf.update_bullets(bullets)
 ❹ gf.update_screen(ai_settings, screen, ship, bullets)
```

В результате преобразования основной цикл содержит минимум кода, чтобы можно было легко прочитать имена функций и понять, что происходит в игре. Основной цикл проверяет ввод, полученный от игрока ❶, а затем обновляет позицию корабля ❷ и всех выпущенных пуль ❸. Затем обновленные позиции игровых элементов используются для вывода нового экрана в точке ❹.

## Создание функции fire\_bullet()

Переместим код стрельбы в отдельную функцию, чтобы выстрел выполнялся всего одной строкой кода, а блок `elif` в `check_keydown_events()` оставался простым:

```
game_functions.py
def check_keydown_events(event, ai_settings, screen, ship, bullets):
 """Реагирует на нажатия клавиш."""
 ...
 elif event.key == pygame.K_SPACE:
 fire_bullet(ai_settings, screen, ship, bullets)

def fire_bullet(ai_settings, screen, ship, bullets):
 """Выпускает пулю, если максимум еще не достигнут."""
 # Создание новой пули и включение ее в группу bullets.
 if len(bullets) < ai_settings.bullets_allowed:
 new_bullet = Bullet(ai_settings, screen, ship)
 bullets.add(new_bullet)
```

Функция `fire_bullet()` просто содержит код, который использовался для выстрела при нажатии клавиши «пробел»; вызов `fire_bullet()` добавляется в `check_keydown_events()` при нажатии клавиши «пробел».

Запустите `alien_invasion.py` еще раз и убедитесь в том, что стрельба проходит без ошибок.

### УПРАЖНЕНИЯ

12-5. Боковая стрельба: напишите игру, в которой корабль размещается у левого края экрана, а игрок может перемещать корабль вверх и вниз. При нажатии клавиши «пробел» корабль стреляет, и пуля движется вправо по экрану. Проследите за тем, чтобы пули удалялись при выходе за край экрана.

## Итоги

В этой главе вы научились составлять план игры, а также усвоили базовую структуру игры, написанной с использованием Pygame. Вы узнали, как задать цвет фона и как сохранить настройки в отдельном классе, чтобы они были доступны для всех частей игры. Вы научились выводить изображения на экран и управлять перемещением игровых элементов. Также вы узнали, как создавать элементы, двигающиеся самостоятельно (например, пули, летящие по экрану), и как удалять объекты, которые стали лишними. Также в этой главе рассматривалась методика регулярного рефакторинга кода для упрощения текущей разработки.

В главе 13 в игру Alien Invasion будут добавлены пришельцы. К концу главы 13 игрок сможет сбивать корабли пришельцев — конечно, если они не доберутся до него первыми!

# 13 Осторожно, пришельцы!

В этой главе в игру Alien Invasion будут добавлены пришельцы. Сначала мы добавим одного пришельца у верхнего края экрана, а потом сгенерируем целый флот. Пришельцы будут перемещаться в сторону и вниз; при этом пришельцы, в которых попадают пули, исчезают с экрана. Наконец, мы ограничим количество кораблей у игрока, так что при гибели последнего корабля игра завершается. В этой главе вы узнаете больше о Pygame и о ведении крупного проекта. Вы также научитесь обнаруживать *коллизии* (столкновения) игровых объектов, например пуль и пришельцев. Обнаружение коллизий помогает определять взаимодействия между элементами игры: например, ограничить перемещение персонажа областью между стенами лабиринта или организовать передачу мяча между двумя персонажами. Работа будет продолжаться на основе плана, к которому мы будем время от времени возвращаться, чтобы не отклоняться от цели во время написания кода.

Итак, прежде чем браться за новый код для добавления флота пришельцев на экран, рассмотрим проект и обновим план.

## Анализ проекта

Приступая к новой фазе разработки крупного проекта, всегда полезно вернуться к исходному плану и уточнить, чего же вы хотите добиться в том коде, который собираетесь написать. В этой главе мы:

- ❑ Проанализируем код и определим, нужно ли провести рефакторинг перед реализацией новых возможностей.
- ❑ Добавим в левом верхнем углу экрана одного пришельца, отделив его от краев экрана интервалами.
- ❑ По величине интервалов вокруг первого пришельца и общим размерам экрана вычислим, сколько пришельцев поместится на экране. Для создания пришельцев, заполняющих верхнюю часть экрана, будет написан цикл.
- ❑ Организуем перемещение флота пришельцев в сторону и вниз, пока весь флот не будет уничтожен, пока пришелец не столкнется с кораблем игрока или пока пришелец не достигнет земли. Если весь флот будет уничтожен, программа создает новый флот. Если пришелец сталкивается с кораблем или с землей, программа уничтожает корабль и создает новый флот.

- Ограничим количество кораблей, которые могут использоваться игроком, и завершим игру в конце последней попытки.

Этот план будет уточняться по мере реализации новых возможностей, но для начала и этого достаточно.

Также проводите анализ кода, когда вы начинаете работу над новой серией возможностей проекта. Так как с каждой новой фазой проект обычно становится более сложным, лучше всего заняться расчисткой излишне громоздкого или неэффективного кода. И хотя сейчас особой расчистки не потребуется, потому что мы уже проводили промежуточный рефакторинг, необходимость использовать мышь для закрытия игры каждый раз, когда потребуется протестировать новую функцию, раздражает. Добавим возможность быстрого завершения игры при нажатии клавиши *Q*:

```
game_functions.py
def check_keydown_events(event, ai_settings, screen, ship, bullets):
 ...
 elif event.key == pygame.K_q:
 sys.exit()
```

В `check_keydown_events()` добавляется новый блок, который завершает игру при нажатии клавиши *Q*. Это довольно безопасное изменение, потому что клавиша *Q* находится достаточно далеко от клавиш со стрелками и пробела, так что вероятность случайного нажатия *Q* и завершения игры невелика. Теперь при тестировании игры можно закрыть клавишей *Q*, не прибегая к использованию мыши.

## Создание пришельца

Размещение одного пришельца на экране мало чем отличается от размещения корабля. Поведением каждого пришельца будет управлять класс с именем `Alien`, который по своей структуре очень похож на класс `Ship`. Для простоты мы снова воспользуемся готовыми графическими изображениями. Вы можете найти



**Рис. 13.1.** Пришелец, который будет использоваться для создания флота

собственное изображение пришельца или использовать изображение на рис. 13.1, доступное в ресурсах книги по адресу <https://www.nostarch.com/pythoncrashcourse/>. Это изображение имеет серый фон, совпадающий с цветом фона экрана. Не забудьте сохранить выбранный файл в каталоге `images`.

## Создание класса Alien

Теперь можно написать класс `Alien`:

```
alien.py
import pygame
from pygame.sprite import Sprite

class Alien(Sprite):
 """Класс, представляющий одного пришельца."""

 def __init__(self, ai_settings, screen):
 """Инициализирует пришельца и задает его начальную позицию."""
 super(Alien, self).__init__()
 self.screen = screen
 self.ai_settings = ai_settings

 # Загрузка изображения пришельца и назначение атрибута rect.
 self.image = pygame.image.load('images/alien.bmp')
 self.rect = self.image.get_rect()

 # Каждый новый пришелец появляется в левом верхнем углу экрана.
 self.rect.x = self.rect.width
 self.rect.y = self.rect.height
 ❶ # Сохранение точной позиции пришельца.
 self.x = float(self.rect.x)

 def blitme(self):
 """Выводит пришельца в текущем положении."""
 self.screen.blit(self.image, self.rect)
```

В основном этот класс похож на класс `Ship` (если не считать размещения пришельца). Изначально каждый пришелец размещается в левом верхнем углу экрана, при этом слева от него добавляется интервал, равный ширине пришельца, а над ним — интервал, равный высоте ❶.

## Создание экземпляра Alien

Создадим экземпляр `Alien` в `alien_invasion.py`:

```
alien_invasion.py
...
from ship import Ship
from alien import Alien
import game_functions as gf
```

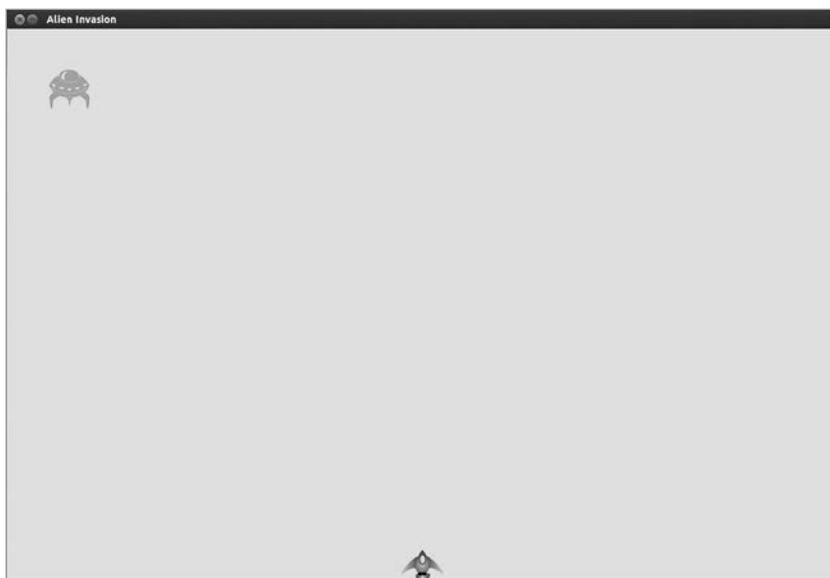
```
def run_game():
 ...
 # Создание пришельца.
 alien = Alien(ai_settings, screen)

 # Запуск основного цикла игры.
 while True:
 gf.check_events(ai_settings, screen, ship, bullets)
 ship.update()
 gf.update_bullets(bullets)
 gf.update_screen(ai_settings, screen, ship, alien, bullets)

 run_game()
```

Программа импортирует новый класс `Alien` и создает экземпляр `Alien` непосредственно перед входом в основной цикл `while`. Так как позиция пришельца еще не успела измениться, ничего нового в цикле не добавляется; изменения вносятся только в вызов `update_screen()`, которому передается экземпляр `alien`.

## Отображение пришельца на экране



**Рис. 13.2.** Появился первый пришелец

Чтобы пришелец появился на экране, программа вызывает его метод `blitme()` в `update_screen()`:

```
game_functions.py
def update_screen(ai_settings, screen, ship, alien, bullets):
 ...
```

```
Все пули выводятся позади изображений корабля и пришельцев.
for bullet in bullets:
 bullet.draw_bullet()
ship.blitme()
alien.blitme()

Отображение последнего прорисованного экрана.
pygame.display.flip()
```

Пришелец выводится после прорисовки корабля и пуль, так что пришельцы будут находиться на верхнем «слое» экрана. На рис. 13.2 изображен первый пришелец. После того как первый пришелец появится на экране, мы напишем код для вывода всего флота.

## Построение флота

Чтобы нарисовать флот пришельцев, необходимо вычислить, сколько пришельцев поместится в одном ряду и сколько рядов поместится по высоте. Сначала мы вычислим горизонтальные интервалы между пришельцами и создадим ряд; затем будет вычислен вертикальный интервал и создан весь флот.

### Вычисление количества пришельцев в одном ряду

Чтобы определить, сколько пришельцев помещается в одном ряду, сначала вычислим доступное горизонтальное пространство. Ширина экрана хранится в `ai_settings.screen_width`, но с обеих сторон экрана необходимо зарезервировать пустые интервалы. Определим их равными ширине одного пришельца. Так как ширина уменьшается на величину двух интервалов, доступное пространство равно ширине экрана за вычетом удвоенной ширины пришельца:

```
available_space_x = ai_settings.screen_width - (2 * alien_width)
```

Также необходимо зарезервировать интервалы между пришельцами; они будут составлять одну ширину пришельца. Пространство, необходимое для вывода одного пришельца, равно его удвоенной ширине: одна ширина для самого пришельца и еще одна для пустого интервала справа. Чтобы определить количество пришельцев на экране, разделим доступное пространство на удвоенную ширину пришельца:

```
number_of.aliens_x = available_space_x / (2 * alien_width)
```

Эти вычисления будут включены в программу при создании флота.

#### ПРИМЕЧАНИЕ

У вычислений в программировании есть одна замечательная особенность: не обязательно быть полностью уверенным в правильности формулы, когда вы ее пишете. Вы можете опробовать формулу на практике и посмотреть, что из этого получится. В худшем случае получится экран, до отказа забитый пришельцами, — или наоборот, пустой. В этом случае вы пересмотрите формулу на основании полученных результатов.

## Создание ряда

Чтобы создать один ряд пришельцев, сначала создадим в `alien_invasion.py` пустую группу с именем `aliens` для хранения всех пришельцев, а затем вызовем функцию в `game_functions.py` для создания флота:

```
alien_invasion.py
import pygame
from pygame.sprite import Group
from settings import Settings
from ship import Ship
import game_functions as gf

def run_game():
 ...
 # Создание корабля, группы пуль и группы пришельцев.
 ship = Ship(ai_settings, screen)
 bullets = Group()
❶ aliens = Group()

 # Создание флота пришельцев.
❷ gf.create_fleet(ai_settings, screen, aliens)

 # Запуск основного цикла игры.
 while True:
 ...
❸ gf.update_screen(ai_settings, screen, ship, aliens,
 bullets)

run_game()
```

Так как пришельцы уже не создаются напрямую в `alien_invasion.py`, импортировать класс `Alien` в этот файл не обязательно.

Создайте пустую группу для хранения всех пришельцев в игре ❶. Затем создайте новую функцию `create_fleet()` ❷, которую мы вскоре вызовем, и передайте ей `ai_settings`, объект `screen` и пустую группу `aliens`. Затем измените вызов `update_screen()`, чтобы предоставить функции доступ к группе пришельцев ❸.

Также необходимо внести изменения в `update_screen()`:

```
game_functions.py
def update_screen(ai_settings, screen, ship, aliens, bullets):
 ...
 ship.blitme()
 aliens.draw(screen)

 # Отображение последнего прорисованного экрана.
 pygame.display.flip()
```

Когда вы вызываете метод `draw()` для группы, Pygame автоматически выводит каждый элемент группы в позиции, определяемой его атрибутом `rect`. В данном случае вызов `aliens.draw(screen)` рисует каждого пришельца в группе на экране.

## Создание флота

Теперь можно перейти к созданию флота. Ниже приведена новая функция `create_fleet()`, которую мы поместим в конец `game_functions.py`. Также необходимо импортировать класс `Alien`, не забудьте добавить команду `import` в начало файла:

```
game_functions.py
...
from bullet import Bullet
from alien import Alien
...

def create_fleet(ai_settings, screen, aliens):
 """Создает флот пришельцев."""
 # Создание пришельца и вычисление количества пришельцев в ряду.
 # Интервал между соседними пришельцами равен одной ширине пришельца.

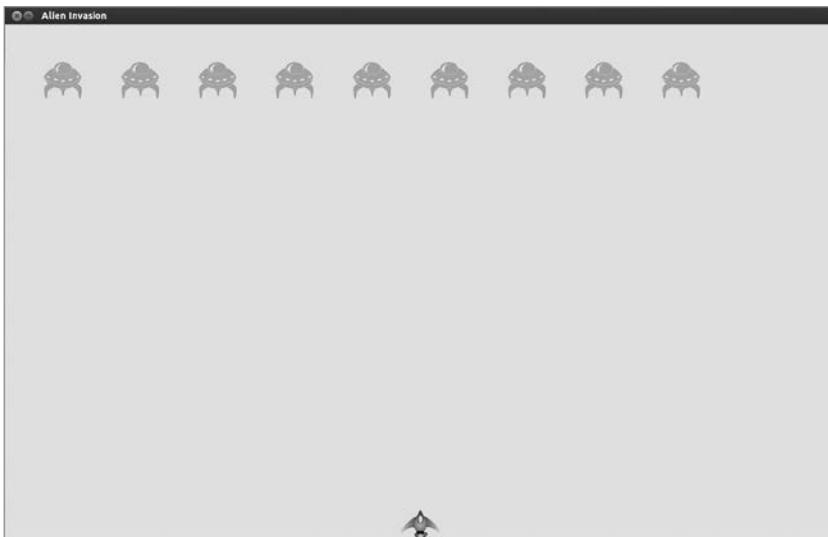
❶ alien = Alien(ai_settings, screen)
❷ alien_width = alien.rect.width
❸ available_space_x = ai_settings.screen_width - 2 * alien_width
❹ number_aliens_x = int(available_space_x / (2 * alien_width))

 # Создание первого ряда пришельцев.
❺ for alien_number in range(number_aliens_x):
 # Создание пришельца и размещение его в ряду.
❻ alien = Alien(ai_settings, screen)
 alien.x = alien_width + 2 * alien_width * alien_number
 alien.rect.x = alien.x
 aliens.add(alien)
```

Большая часть этого кода уже была описана ранее. Для размещения пришельцев необходимо знать ширину и высоту одного пришельца, и мы создаем его в точке ❶ перед выполнением вычислений. Этот пришелец не войдет во флот, поэтому он не включается в группу `aliens`. В точке ❷ ширина пришельца определяется по его атрибуту `rect`, а полученное значение сохраняется в `alien_width`, чтобы избежать лишних обращений к атрибуту `rect`. В точке ❸ вычисляется горизонтальное пространство и количество пришельцев, которые в нем поместятся.

По сравнению с исходными формулами всего одно изменение: мы используем `int()`, чтобы вычисленное количество пришельцев ❹ было целым, — во-первых, неясно, что делать с неполным пришельцем, а во-вторых, функция `range()` должна получать целое число. Функция `int()` отсекает дробную часть числа, фактически выполняя округление в меньшую сторону. (И это правильно: лучше оставить лишнее свободное место в каждом ряду, чем забивать ряды до отказа.)

Затем создается цикл от 0 до количества создаваемых пришельцев ❺. В теле цикла создается новый пришелец, после чего задается его координата `x` для размещения его в ряду ❻. Каждый пришелец сдвигается вправо на одну ширину от левого поля. Затем ширина пришельца умножается на 2, чтобы учесть полное пространство, выделенное для одного пришельца, включая пустой интервал справа, а полученная величина умножается на позицию пришельца в ряду. Затем новый пришелец добавляется в группу `aliens`.



**Рис. 13.3.** Первый ряд пришельцев

Запустив программу Alien Invasion, вы увидите, что на экране появился первый ряд пришельцев (рис. 13.3).

Первый ряд сдвинут влево, и это хорошо, потому что флот пришельцев должен двигаться вправо, пока не дойдет до края экрана, затем немного опуститься вниз, затем двигаться влево и т. д. Как и в классической игре Space Invaders, такое перемещение интереснее, чем постепенное снижение по прямой. Движение будет продолжаться до тех пор, пока все пришельцы не будут сбиты или пока пришелец не столкнется с кораблем или нижним краем экрана.

#### ПРИМЕЧАНИЕ

В зависимости от выбранной ширины экрана расположение первого ряда пришельцев в вашей системе может выглядеть немного иначе.

### Рефакторинг `create_fleet()`

Если бы создание флота на этом было завершено, то функцию `create_fleet()`, пожалуй, можно было бы оставить в таком виде, но работа еще не закончена, поэтому мы немного подчистим код функции. Ниже приведена версия `create_fleet()` с двумя новыми функциями: `get_number_aliens_x()` и `create_alien()`:

```
game_functions.py
❶ def get_number_aliens_x(ai_settings, alien_width):
 """Вычисляет количество пришельцев в ряду."""
 available_space_x = ai_settings.screen_width - 2 * alien_width
 number_aliens_x = int(available_space_x / (2 * alien_width))
 return number_aliens_x
```

```

def create_alien(ai_settings, screen, aliens, alien_number):
 """Создает пришельца и размещает его в ряду."""
 alien = Alien(ai_settings, screen)
❷ alien_width = alien.rect.width
 alien.x = alien_width + 2 * alien_width * alien_number
 alien.rect.x = alien.x
 aliens.add(alien)

def create_fleet(ai_settings, screen, aliens):
 """Создает флот пришельцев."""
 # Создание пришельца и вычисление количества пришельцев в ряду.
 alien = Alien(ai_settings, screen)
❸ number_aliens_x = get_number_aliens_x(ai_settings, alien.rect.width)

 # Создание первого ряда пришельцев.
 for alien_number in range(number_aliens_x):
❹ create_alien(ai_settings, screen, aliens, alien_number)

```

Код `get_number_aliens_x()` нисколько не изменился по сравнению с `create_fleet()` ❶. Код `create_alien()` почти не изменился, разве что для определения ширины используется только что созданный пришелец ❷. В точке ❸ код вычисления горизонтальных интервалов заменяется вызовом `get_number_aliens_x()`, а строка с `alien_width` удалена, потому что теперь задача решается в `create_alien()`. В точке ❹ вызывается функция `create_alien()`. Рефакторинг упрощает добавление новых строк и создание всего флота.

## Добавление рядов

Чтобы завершить построение флота, определите количество рядов на экране и повторите цикл (создания пришельцев одного ряда) полученное количество раз. Чтобы определить количество рядов, мы вычисляем доступное вертикальное пространство, вычитая высоту пришельца (сверху), высоту корабля (снизу) и удвоенную высоту пришельца (снизу):

```
available_space_y = ai_settings.screen_height - 3 * alien_height - ship_height
```

В результате вокруг корабля образуется пустое пространство, чтобы у игрока было время начать стрельбу по пришельцам в начале каждого уровня. Под каждым рядом должно быть пустое место, равное высоте пришельца. Чтобы вычислить количество строк, мы делим свободное пространство на удвоенную высоту пришельца (как и прежде, если формула содержит ошибку, мы это немедленно увидим и внесем изменения, пока не получим нужные интервалы):

```
number_rows = available_height_y / (2 * alien_height)
```

Зная количество рядов во флоте, мы можем повторить код создания ряда:

*game\_functions.py*

```

❶ def get_number_rows(ai_settings, ship_height, alien_height):
 """Определяет количество рядов, помещающихся на экране."""
❷ available_space_y = (ai_settings.screen_height -

```

```

 (3 * alien_height) - ship_height)
number_rows = int(available_space_y / (2 * alien_height))
return number_rows

def create_alien(ai_settings, screen, aliens, alien_number, row_number):
 ...
alien.x = alien_width + 2 * alien_width * alien_number
alien.rect.x = alien.x
❸ alien.rect.y = alien.rect.height + 2 * alien.rect.height * row_number
aliens.add(alien)

def create_fleet(ai_settings, screen, ship, aliens):
 ...
number_aliens_x = get_number_aliens_x(ai_settings, alien.rect.width)
number_rows = get_number_rows(ai_settings, ship.rect.height,
 alien.rect.height)

Создание флота пришельцев.
❹ for row_number in range(number_rows):
 for alien_number in range(number_aliens_x):
 create_alien(ai_settings, screen, aliens, alien_number,
 row_number)

```

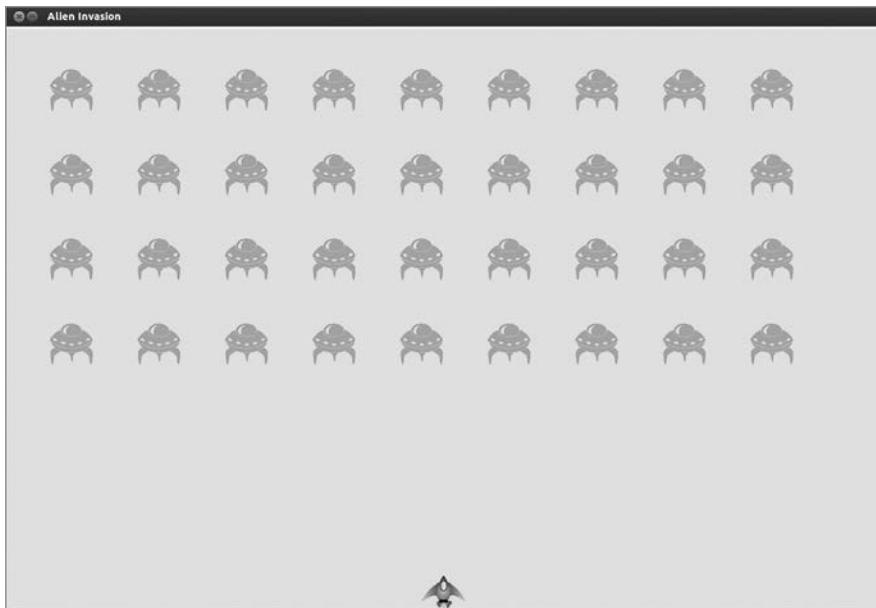
Чтобы вычислить количество рядов, помещающихся на экране, мы включаем вычисления `available_space_y` и `number_rows` в функцию `get_number_rows()` ❶, похожую на `get_number_aliens_x()`. Вычисления заключаются в круглые скобки, чтобы их можно было разбить на две строки длиной 79 символов и менее, как указано в рекомендациях ❷. Функция `int()` используется для того, чтобы предотвратить создание неполного ряда пришельцев.

Чтобы создать несколько строк, мы используем два вложенных цикла: внешний и внутренний ❸. Внутренний цикл создает один ряд пришельцев. Внешний цикл считает от 0 до количества рядов; Python использует код создания одного ряда и повторяет его `number_rows` раз.

Чтобы создать вложенный цикл, напишите новый цикл `for` и снабдите повторяемый код отступом. (В большинстве текстовых редакторов операции создания и удаления блоков кода выполняются просто, но, если вам понадобится помочь, обращайтесь к приложению Б.) Затем при вызове `create_alien()` передается аргумент с номером ряда, чтобы каждый ряд находился на экране ниже предыдущих.

Определению `create_alien()` необходим параметр с номером ряда. В `create_alien()` мы изменяем координату `y` пришельца ❹. Сначала прибавляется одна высота пришельца, чтобы создать пустое место у верхнего края экрана. Каждый новый ряд начинается на две высоты пришельца ниже последнего ряда, поэтому мы умножаем высоту пришельца на 2, а затем на номер ряда. Номер первого ряда равен 0, так что вертикальное расположение первого ряда остается неизменным. Все последующие ряды размещаются ниже на экране.

Определение `create_fleet()` также содержит новый параметр для объекта `ship`; следовательно, в вызов `create_fleet()` в `alien_invasion.py` необходимо добавить аргумент `ship`:



**Рис. 13.4.** На экране появился весь флот пришельцев

*alien\_invasion.py*

```
Создание флота пришельцев.
gf.create_fleet(ai_settings, screen, ship, aliens)
```

Если теперь запустить игру, вы увидите целый флот пришельцев (рис. 13.4). В следующем разделе мы приведем флот в движение.

### УПРАЖНЕНИЯ

13-1. Звезды: найдите изображение звезды. Создайте на экране сетку из звезд.

13-2. Звезды-2: чтобы звезды выглядели более реалистично, следует внести случайное отклонение при размещении звезд. Вспомните, что случайные числа генерируются следующим образом:

```
from random import randint

random_number = randint(-10,10)
```

Этот код возвращает случайное целое число в диапазоне от -10 до 10. Используя свой код из упражнения 13-1, измените позицию каждой звезды на случайную величину.

## Перемещение флота

Флот пришельцев должен двигаться вправо по экрану, пока не дойдет до края; тогда флот опускается на заданную величину и начинает двигаться в обратном

направлении. Это продолжается до тех пор, пока все пришельцы не будут сбиты, один из них не столкнется с кораблем или не достигнет низа экрана. Начнем с перемещения флота вправо.

## Перемещение вправо

Чтобы корабли пришельцев перемещались по экрану, мы воспользуемся методом `update()` из `alien.py`, который будет вызываться для каждого пришельца в группе. Сначала добавим настройку для управления скоростью каждого пришельца:

```
settings.py
def __init__(self):
...
Настройки пришельцев
self.alien_speed_factor = 1
```

Настройка используется в реализации `update()`:

```
alien.py
def update(self):
 """Перемещает пришельца вправо."""
❶ self.x += self.ai_settings.alien_speed_factor
❷ self.rect.x = self.x
```

При каждом обновлении позиции пришельца мы смещаем его вправо на величину, хранящуюся в `alien_speed_factor`. Точная позиция пришельца хранится в атрибуте `self.x`, который может принимать вещественные значения ❶. Затем значение `self.x` используется для обновления позиции прямоугольника пришельца ❷.

В основном цикле `while` уже содержатся вызовы обновления корабля и пуль. Теперь необходимо также обновить позицию каждого пришельца:

```
alien_invasion.py
Запуск основного цикла игры.
while True:
 gf.check_events(ai_settings, screen, ship, bullets)
 ship.update()
 gf.update_bullets(bullets)
 gf.update.aliens(alien)
 gf.update_screen(ai_settings, screen, ship, alien, bullets)
```

Позиции пришельцев обновляются после обновления пуль, потому что скоро мы будем проверять, попали ли какие-либо пули в пришельцев.

Наконец, добавьте новую функцию `update_aliens()` в конец файла `game_functions.py`:

```
game_functions.py
def update_aliens(aliens):
 """Обновляет позиции всех пришельцев во флоте."""
 aliens.update()
```

Мы используем метод `update()` для группы `aliens`, что приводит к автоматическому вызову метода `update()` каждого пришельца. Если запустить Alien Invasion сейчас, вы увидите, как флот двигается вправо и исчезает за краем экрана.

## Создание настроек для направления флота

Теперь мы создадим настройки, которые перемещают флот вниз по экрану, а потом влево при достижении правого края экрана. Вот как реализуется это поведение:

```
settings.py
Настройки пришельцев
self.alien_speed_factor = 1
self.fleet_drop_speed = 10
fleet_direction = 1 обозначает движение вправо; а -1 - влево.
self.fleet_direction = 1
```

Настройка `fleet_drop_speed` управляет величиной снижения флота при достижении им края. Эту скорость полезно отделить от горизонтальной скорости пришельцев, чтобы эти две скорости можно было изменять независимо.

Для настройки `fleet_direction` можно использовать текстовое значение (например, `'left'` или `'right'`), но, скорее всего, в итоге придется использовать набор команд `if-elif` для проверки направления. Так как в данном случае направлений всего два, мы используем значения `1` и `-1` и будем переключаться между ними при каждом изменении направления флота. (Числа в данном случае особенно удобны, потому что при движении вправо координата  $x$  каждого пришельца должна увеличиваться, а при перемещении влево — уменьшаться.)

## Проверка достижения края

Также нам понадобится метод для проверки того, достиг ли пришелец одного из двух краев. Для этого необходимо внести в метод `update()` изменение, позволяющее каждому пришельцу двигаться в соответствующем направлении:

```
alien.py
def check_edges(self):
 """Возвращает True, если пришелец находится у края экрана."""
 screen_rect = self.screen.get_rect()
❶ if self.rect.right >= screen_rect.right:
 return True
❷ elif self.rect.left <= 0:
 return True

def update(self):
 """Перемещает пришельца влево или вправо."""
❸ self.x += (self.ai_settings.alien_speed_factor *
 self.ai_settings.fleet_direction)
 self.rect.x = self.x
```

Вызов нового метода `check_edges()` для любого пришельца позволяет проверить, достиг ли он левого или правого края. У пришельца, находящегося у правого края, атрибут `right` его атрибута `rect` больше или равен атрибуту `right` атрибута `rect` экрана ❶. У пришельца, находящегося у левого края, значение `left` меньше либо равно 0 ❷.

В метод `update()` будут внесены изменения, обеспечивающие перемещение влево и вправо ❸; для этого скорость пришельца умножается на значение `fleet_direction`. Если значение `fleet_direction` равно 1, то значение `alien_speed_factor` прибавляется к текущей позиции пришельца; если же значение `fleet_direction` равно -1, то значение вычитается из позиции пришельца (который перемещается влево).

## Снижение флота и смена направления

Когда пришелец доходит до края, весь флот должен опуститься вниз и изменить направление движения. Это означает, что в `game_functions.py` необходимо внести серьезные изменения, потому что именно здесь программа проверяет, достиг ли какой-либо пришелец левого или правого края. Для этого мы напишем функции `check_fleet_edges()` и `change_fleet_direction()`, а затем изменим `update.aliens()`:

```
game_functions.py
def check_fleet_edges(ai_settings, aliens):
 """Реагирует на достижение пришельцем края экрана."""
❶ for alien in aliens.sprites():
 if alien.check_edges():
 change_fleet_direction(ai_settings, aliens)
 break

def change_fleet_direction(ai_settings, aliens):
 """Опускает весь флот и меняет направление флота."""
 for alien in aliens.sprites():
❷ alien.rect.y += ai_settings.fleet_drop_speed
 ai_settings.fleet_direction *= -1

def update_aliens(ai_settings, aliens):
 """
 Проверяет, достиг ли флот края экрана,
 после чего обновляет позиции всех пришельцев во флоте.
 """
❸ check_fleet_edges(ai_settings, aliens)
 aliens.update()
```

Функция `check_fleet_edges()` перебирает флот и вызывает `check_edges()` для каждого пришельца ❶. Если `check_edges()` возвращает `True`, значит, пришелец находится у края и весь флот должен сменить направление, поэтому вызывается функция `change_fleet_direction()` и происходит выход из цикла. Функция `change_fleet_direction()` перебирает пришельцев и уменьшает высоту каждого из них с использованием настройки `fleet_drop_speed` ❷; затем направление

`fleet_direction` меняется на противоположное, для чего текущее значение умножается на `-1`.

Мы изменили функцию `update.aliens()` и включили в нее проверку нахождения пришельцев у края вызовом `check_fleet_edges()` ❸. Функция должна получать параметр `ai_settings`, поэтому аргумент `ai_settings` включается в вызов `update.aliens()`:

```
alien_invasion.py
Запуск основного цикла игры.
while True:
 gf.check_events(ai_settings, screen, ship, bullets)
 ship.update()
 gf.update_bullets(bullets)
 gf.update.aliens(ai_settings, aliens)
 gf.update_screen(ai_settings, screen, ship, aliens, bullets)
```

Если запустить игру сейчас, флот будет двигаться влево-вправо между краями экрана и опускаться каждый раз, когда он доберется до края. Теперь можно переходить к реализации уничтожения и отслеживания пришельцев, сталкивающихся с кораблем или достигающих нижнего края экрана.

### УПРАЖНЕНИЯ

13-3. Капли: найдите изображение дождевой капли и создайте сетку из капель. Капли должны постепенно опускаться вниз и исчезать у нижнего края экрана.

13-4. Дождь: измените свой код в упражнении 13-3, чтобы при исчезновении ряда капель у нижнего края экрана новый ряд появлялся у верхнего края и начинал падение.

## Уничтожение пришельцев

Итак, мы создали корабль и флот пришельцев — но, когда пули достигают пришельцев, они просто проходят насквозь, потому что программа не проверяет коллизии. В игровом программировании *коллизией* называется перекрытие игровых элементов. Чтобы пули сбивали пришельцев, метод `sprite.groupcollide()` используется для выявления коллизий между элементами двух групп.

### Выявление коллизий

Когда пуля попадает в пришельца, программа должна немедленно узнать об этом, чтобы сбитый пришелец исчез с экрана. Для этого мы будем проверять коллизии сразу же после обновления позиции пули.

Метод `sprite.groupcollide()` сравнивает прямоугольник `rect` каждой пули с прямоугольником `rect` каждого пришельца и возвращает словарь с пулями и пришельцами, между которыми обнаружены коллизии. Каждый ключ в словаре представляет пулю, а ассоциированное с ним значение — пришельца, в которого попала пуля. (Этот словарь будет использоваться в реализации системы подсчета очков счета в главе 14.)

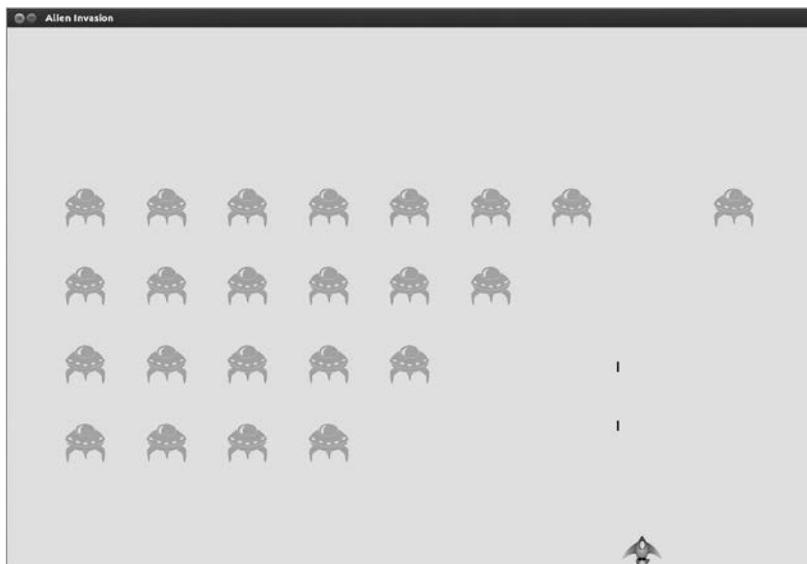
Для проверки коллизий в функции `update_bullets()` используется следующий код:

```
game_functions.py
def update_bullets(aliens, bullets):
 """Обновляет позиции пуль и удаляет старые пули."""
 ...
 # Проверка попаданий в пришельцев.
 # При обнаружении попадания удалить пулью и пришельца.
 collisions = pygame.sprite.groupcollide(bullets, aliens, True, True)
```

Новая строка сначала перебирает все пули в группе `bullets`, а затем перебирает всех пришельцев в группе `aliens`. Каждый раз, когда между прямоугольником пули и пришельца обнаруживается перекрытие, `groupcollide()` добавляет пару «ключ—значение» в возвращаемый словарь. Два аргумента `True` сообщают Pygame, нужно ли удалять столкнувшиеся объекты: пулью и пришельца. (Чтобы создать сверхмощную пулью, которая будет уничтожать всех пришельцев на своем пути, можно передать в первом аргументе `False`, а во втором `True`. Пришельцы, в которых попадает пулья, будут исчезать, но все пули будут оставаться активными до верхнего края экрана.)

При вызове `update_bullets()` передается аргумент `aliens`:

```
alien_invasion.py
Запуск основного цикла игры.
while True:
 gf.check_events(ai_settings, screen, ship, bullets)
 ship.update()
 gf.update_bullets(aliens, bullets)
 gf.update_aliens(ai_settings, aliens)
 gf.update_screen(ai_settings, screen, ship, aliens, bullets)
```



**Рис. 13.5.** Пули уничтожают пришельцев!

Если запустить Alien Invasion сейчас, пришельцы, в которых попадает пуля, будут исчезать с экрана. На рис. 13.5 изображен частично уничтоженный флот.

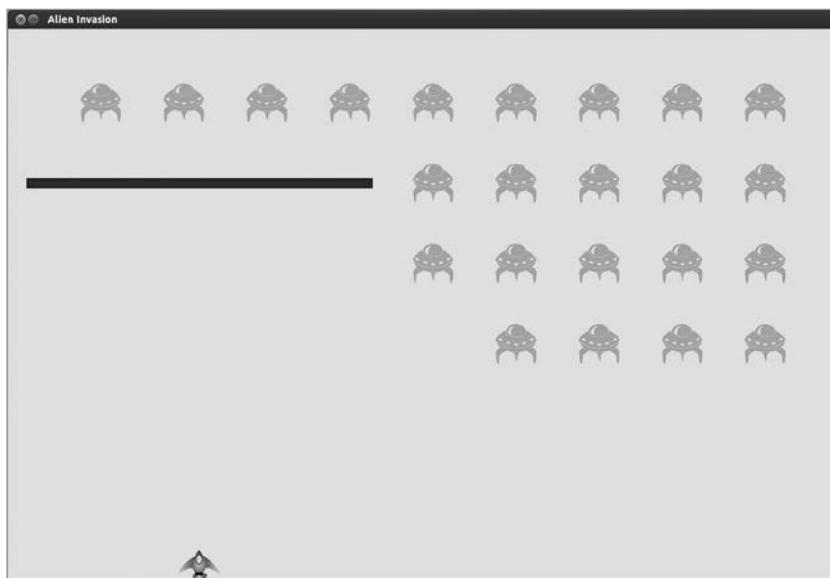
## Создание больших пуль для тестирования

Многие игровые возможности тестируются простым запуском игры, но некоторые аспекты слишком утомительно тестировать в обычной версии игры. Например, чтобы проверить, правильно ли обрабатывается уничтожение последнего пришельца, нам пришлось бы несколько раз сбивать всех пришельцев на экране.

Для тестирования конкретных аспектов игры можно изменить игровые настройки так, чтобы упростить конкретную область. Например, можно уменьшить экран, чтобы на нем было меньше пришельцев, или увеличить скорость пули и количество пуль, одновременно находящихся на экране.

Мое любимое изменение при тестировании Alien Invasion — использование сверхшироких пуль, которые остаются активными даже после попадания в пришельца (рис. 13.6). Попробуйте задать настройке `bullet_width` значение 300 и посмотрите, сколько времени вам понадобится для уничтожения флота пришельцев!

Такие изменения повышают эффективность тестирования, а заодно могут подсказать идеи для всевозможных игровых бонусов. (Только не забудьте восстановить нормальное состояние настроек после завершения тестирования.)



**Рис. 13.6.** Сверхмощные пули упрощают тестирование некоторых аспектов игры

## Восстановление флота

Одна из ключевых особенностей Alien Invasion – бесконечные орды пришельцев: каждый раз, когда вы уничтожаете один флот, на его месте появляется другой. Чтобы после уничтожения одного флота появлялся другой, сначала нужно убедиться в том, что группа `aliens` пуста. Если она пуста, вызывается функция `create_fleet()`. Проверка будет выполняться в функции `update_bullets()`, потому что именно здесь уничтожаются отдельные пришельцы:

```
game_functions.py
def update_bullets(ai_settings, screen, ship, aliens, bullets):
 ...
 # Проверка попаданий в пришельцев.
 # При обнаружении попадания удалить пулю и пришельца.
 collisions = pygame.sprite.groupcollide(bullets, aliens, True, True)

❶ if len(aliens) == 0:
 # Уничтожение существующих пуль и создание нового флота.
❷ bullets.empty()
 create_fleet(ai_settings, screen, ship, aliens)
```

В точке ❶ программа проверяет, пуста ли группа `aliens`. Если она пуста, то все существующие пули удаляются методом `empty()`, который удаляет все существующие спрайты из группы ❷. Вызов метода `create_fleet()` снова заполняет экран пришельцами.

В определении `update_bullets()` теперь появились дополнительные параметры `ai_settings`, `screen` и `ship`, поэтому вызов `update_bullets()` в `alien_invasion.py` необходимо обновить:

```
alien_invasion.py
Запуск основного цикла игры.
while True:
 gf.check_events(ai_settings, screen, ship, bullets)
 ship.update()
 gf.update_bullets(ai_settings, screen, ship, aliens, bullets)
 gf.update_aliens(ai_settings, aliens)
 gf.update_screen(ai_settings, screen, ship, aliens, bullets)
```

Новый флот появляется сразу же после уничтожения текущего флота.

## Ускорение пуль

Попытавшись стрелять по пришельцам в текущем состоянии игры, вы заметите, что движение пуль немного замедлилось. Дело в том, что Pygame теперь выполняет больший объем работы при каждом проходе цикла. Скорость пуль можно увеличить настройкой `bullet_speed_factor` в `settings.py`. Если увеличить это значение (например, до 3), пули снова будут двигаться по экрану с разумной скоростью:

```
settings.py
Настройки пуль
```

```
 self.bullet_speed_factor = 3
self.bul
...

```

Оптимальное значение этой настройки зависит от производительности вашей системы. Найдите значение, которое лучше подходит для вашей конкретной конфигурации.

## Рефакторинг update\_bullets()

Переработаем функцию `update_bullets()`, чтобы она не решала такое количество разных задач. Код обработки коллизий будет выделен в отдельную функцию:

```
game_functions.py
def update_bullets(ai_settings, screen, ship, aliens, bullets):
 ...
 # Уничтожение исчезнувших пуль.
 for bullet in bullets.copy():
 if bullet.rect.bottom <= 0:
 bullets.remove(bullet)
 check_bullet_alien_collisions(ai_settings, screen, ship, aliens, bullets)

def check_bullet_alien_collisions(ai_settings, screen, ship, aliens, bullets):
 """Обработка коллизий пуль с пришельцами."""
 # Удаление пуль и пришельцев, участвующих в коллизиях.
 collisions = pygame.sprite.groupcollide(bullets, aliens, True, True)

 if len(aliens) == 0:
 # Уничтожение существующих пуль и создание нового флота.
 bullets.empty()
 create_fleet(ai_settings, screen, ship, aliens)
```

Мы создали новую функцию `check_bullet_alien_collisions()` для выявления коллизий между пулями и пришельцами и для реакции на уничтожение всего флота. Это сделано для того, чтобы сократить длину функции `update_bullets()` и упростить дальнейшую разработку.

### УПРАЖНЕНИЯ

13-5. Ловец: создайте игру с персонажем, который может двигаться влево и вправо у нижнего края экрана. Мяч появляется в случайной позиции у верхнего края и падает вниз с постоянной скоростью. Если персонаж «ловит» мяч, сталкиваясь с ним, мяч исчезает. Создавайте новый мяч каждый раз, когда персонаж ловит мяч или когда мяч исчезает у нижнего края экрана.

## Завершение игры

Какое удовольствие от игры, в которой невозможно проиграть? Если игрок не успеет сбить флот достаточно быстро, пришельцы уничтожат корабль при столкновении. При этом количество кораблей, используемых игроком, ограничено, и корабль уничтожается, когда пришелец достигает нижнего края экрана. Игра завершается в тот момент, когда у игрока кончатся все корабли.

## Обнаружение коллизий с кораблем

Начнем с проверки коллизий между пришельцами и кораблем, чтобы мы могли правильно обработать столкновения с пришельцами. Коллизии «пришелец-корабль» проверяются немедленно после обновления позиции каждого пришельца:

```
game_functions.py
def update.aliens(ai_settings, ship, aliens):
 """
 Проверяет, достиг ли флот края экрана,
 после чего обновляет позиции всех пришельцев во флоте.
 """
 check_fleet_edges(ai_settings, aliens)
 aliens.update()

 # Проверка коллизий "пришелец-корабль".
❶ if pygame.sprite.spritecollideany(ship, aliens):
❷ print("Ship hit!!!")
```

Метод `spritecollideany()` получает два аргумента: спрайт и группу. Метод пытается найти любой элемент группы, вступивший в коллизию со спрайтом, и останавливает цикл по группе сразу же после обнаружения столкнувшегося элемента. В данном случае он перебирает группу `aliens` и возвращает первого пришельца, столкнувшегося с кораблем.

Если ни одна коллизия не обнаружена, `spritecollideany()` возвращает `None`, и блок `if` в точке ❶ не выполняется. Если же будет обнаружен пришелец, столкнувшийся с кораблем, метод возвращает этого пришельца, и выполняется блок `if`: выводится сообщение `Ship hit!!!` ❷. (При столкновении пришельца с кораблем необходимо выполнить ряд операций: удалить всех оставшихся пришельцев и пули, вернуть корабль в центр и создать новый флот. Прежде чем писать код всех этих операций, необходимо убедиться в том, что решение с обнаружением коллизий с кораблем работает правильно. Команда `print` всего лишь позволяет легко проверить правильность обнаружения коллизий.)

Далее необходимо передать `ship` функции `update.aliens()`:

```
alien_invasion.py
Запуск основного цикла игры.
while True:
 gf.check_events(ai_settings, screen, ship, bullets)
 ship.update()
 gf.update_bullets(ai_settings, screen, ship, aliens, bullets)
 gf.update.aliens(ai_settings, ship, aliens)
 gf.update_screen(ai_settings, screen, ship, aliens, bullets)
```

Если вы запустите Alien Invasion, при столкновении пришельца с кораблем в терминальном окне появляется сообщение `Ship hit!!!`. В ходе тестирования этого аспекта присвойте `alien_drop_speed` более высокое значение (например, 50 или 100), чтобы пришельцы быстрее добирались до вашего корабля.

## Обработка столкновений с кораблем

Теперь нужно разобраться, что же происходит при столкновении пришельца с кораблем. Вместо того чтобы уничтожать экземпляр `ship` и создавать новый, мы будем подсчитывать количество уничтоженных кораблей; для этого следует организовать сбор статистики по игре. (Статистика также пригодится для подсчета очков.)

Напишем новый класс `GameStats` для ведения статистики и сохраним его в файле `game_stats.py`:

```
game_stats.py
class GameStats():
 """Отслеживание статистики для игры Alien Invasion."""

 def __init__(self, ai_settings):
 """Инициализирует статистику."""
 self.ai_settings = ai_settings
❶ self.reset_stats()

 def reset_stats(self):
 """Инициализирует статистику, изменяющуюся в ходе игры."""
 self.ships_left = self.ai_settings.ship_limit
```

На все время работы `Alien Invasion` будет создаваться один экземпляр `GameStats`, но часть статистики должна сбрасываться в начале каждой новой игры. Для этого большая часть статистики будет инициализироваться в методе `reset_stats()` вместо `__init__()`. Этот метод будет вызываться из `__init__()`, чтобы статистика правильно инициализировалась при первом создании экземпляра `GameStats` ❶, а метод `reset_stats()` будет вызываться в начале каждой новой игры.

Пока в игре используется всего один вид статистики — значение `ships_left`, изменяющееся в ходе игры. Количество кораблей в начале игры хранится в `settings.py` под именем `ship_limit`:

```
settings.py
Настройки корабля
self.ship_speed_factor = 1.5
self.ship_limit = 3
```

Также необходимо внести ряд изменений в `alien_invasion.py` для создания экземпляра `GameStats`:

```
alien_invasion.py
...
from settings import Settings
❶ from game_stats import GameStats
...

def run_game():
 ...
 pygame.display.set_caption("Alien Invasion")
```

```

Создание экземпляра для хранения игровой статистики.
❷ stats = GameStats(ai_settings)
...
Запуск основного цикла игры.
while True:
...
 gf.update_bullets(ai_settings, screen, ship, aliens, bullets)
❸ gf.update_aliens(ai_settings, stats, screen, ship, aliens,
 bullets)
...

```

Мы импортируем новый класс `GameStats` ❶, создаем экземпляр `stats` ❷, а затем добавляем аргументы `stats`, `screen` и `ship` в вызов `update_aliens()` ❸. Эти аргументы будут использоваться для отслеживания количества кораблей, оставшихся у игрока, и построения нового флота при столкновении пришельца с кораблем.

Когда пришелец сталкивается с кораблем, программа уменьшает количество оставшихся кораблей на 1, уничтожает всех существующих пришельцев и пули, создает новый флот и возвращает корабль в середину экрана. (Также игра ненадолго приостанавливается, чтобы игрок заметил столкновение и перестроился перед появлением нового флота.)

Большая часть этого кода будет включена в функцию `ship_hit()`:

```

game_functions.py
import sys
❶ from time import sleep
import pygame
...

def ship_hit(ai_settings, stats, screen, ship, aliens, bullets):
 """Обрабатывает столкновение корабля с пришельцем."""
 # Уменьшение ships_left.
❷ stats.ships_left -= 1

 # Очистка списков пришельцев и пуль.
❸ aliens.empty()
 bullets.empty()

 # Создание нового флота и размещение корабля в центре.
❹ create_fleet(ai_settings, screen, ship, aliens)
 ship.center_ship()

 # Пауза.
❺ sleep(0.5)
❻ def update_aliens(ai_settings, stats, screen, ship, aliens,
 bullets):
 ...
 # Проверка коллизий "пришелец-корабль".
 if pygame.sprite.spritecollideany(ship, aliens):
 ship_hit(ai_settings, stats, screen, ship, aliens)

```

Сначала мы импортируем функцию `sleep()` из модуля `time`, чтобы приостановить игру ❶. Новая функция `ship_hit()` управляет реакцией игры на столкновение

корабля с пришельцем. Внутри `ship_hit()` число оставшихся кораблей уменьшается на 1 ❷, после чего происходит очистка групп `aliens` и `bullets` ❸.

Затем программа создает новый флот и выравнивает корабль по центру нижнего края ❹. (Вскоре мы добавим метод `center_ship()` в класс `Ship`.) Наконец, после внесения изменений во все игровые элементы, но до перерисовки изменений на экране делается короткая пауза, чтобы игрок увидел, что его корабль столкнулся с пришельцем ❺. После завершения паузы `sleep()` код переходит к функции `update_screen()`, которая перерисовывает новый флот на экране.

Также необходимо обновить определение `update.aliens()` и добавить параметры `stats`, `screen` и `bullets` ❻, чтобы эти значения можно было передать при вызове `ship_hit()`.

Ниже приведен новый метод `center_ship()`; добавьте его в конец `ship.py`:

```
ship.py
def center_ship(self):
 """Размещает корабль в центре нижней стороны."""
 self.center = self.screen_rect.centerx
```

Чтобы выровнять корабль по центру, мы задаем атрибуту `center` корабля значение, соответствующее центру экрана (полученное при помощи атрибута `screen_rect`).

#### ПРИМЕЧАНИЕ

Обратите внимание: программа никогда не создает более одного корабля. Один экземпляр `ship` используется на протяжении всей игры, а при столкновении с пришельцем он просто возвращается к центру экрана. О том, что у игрока не осталось ни одного корабля, программа узнаёт из атрибута `ships_left`.

Запустите игру, подстрелите нескольких пришельцев, а затем позвольте пришельцу столкнуться с кораблем. Происходит небольшая пауза, на экране появляется новый флот вторжения, а корабль возвращается в центр нижней части экрана.

## Достижение нижнего края экрана

Если пришелец добирается до нижнего края экрана, программа будет реагировать так же, как при столкновении с кораблем. Добавьте для проверки этого условия новую функцию, которая будет называться `update.aliens()`:

```
game_functions.py
def check_aliens_bottom(ai_settings, stats, screen, ship, aliens, bullets):
 """Проверяет, добрались ли пришельцы до нижнего края экрана."""
 screen_rect = screen.get_rect()
 for alien in aliens.sprites():
 ❶ if alien.rect.bottom >= screen_rect.bottom:
 # Происходит то же, что при столкновении с кораблем.
 ship_hit(ai_settings, stats, screen, ship, aliens, bullets)
 break

def update_aliens(ai_settings, stats, screen, ship, aliens, bullets):
 ...
```

```
Проверка пришельцев, добравшихся до нижнего края экрана.
❷ check.aliens_bottom(ai_settings, stats, screen, ship, aliens,
 bullets)
```

Функция `check.aliens_bottom()` проверяет, есть ли хотя бы один пришелец, добравшийся до нижнего края экрана. Условие выполняется, когда атрибут `rect.bottom` пришельца больше или равен атрибуту `rect.bottom` экрана ❶. Если пришелец добрался до низа, вызывается функция `ship_hit()`. Если хотя бы один пришелец добрался до нижнего края, проверять остальных уже не нужно, поэтому после вызова `ship_hit()` цикл прерывается.

Функция `check.aliens_bottom()` вызывается после обновления позиций всех пришельцев и после проверки столкновений «пришелец-корабль» ❷. Теперь новый флот будет появляться как при столкновении корабля с пришельцем, так и в том случае, если кто-то из пришельцев смог добраться до нижнего края экрана.

## Конец игры

Программа Alien Invasion уже на что-то похожа, но игра длится бесконечно. Значение `ships_left` просто продолжает уходить в отрицательную бесконечность. Добавим в `GameStats` новый атрибут — флаг `game_active`, который завершает игру после потери последнего корабля:

```
game_stats.py
def __init__(self, settings):
 ...
 # Игра Alien Invasion запускается в активном состоянии.
 self.game_active = True
```

Добавим в `ship_hit()` код, который сбрасывает флаг `game_active` в состояние `False` при потере игроком последнего корабля:

```
game_functions.py
def ship_hit(ai_settings, stats, screen, ship, aliens, bullets):
 """Обрабатывает столкновение корабля с пришельцем."""
 if stats.ships_left > 0:
 # Уменьшение ships_left.
 stats.ships_left -= 1
 ...
 # Пауза.
 sleep(0.5)

 else:
 stats.game_active = False
```

Большая часть кода `ship_hit()` осталась неизменной. Весь существующий код был перемещен в блок `if`, который проверяет, что у игрока остался хотя бы один корабль. Если корабли не кончились, программа создает новый флот, делает паузу и продолжает игру. Если же игрок потерял последний корабль, флаг `game_active` переводится в состояние `False`.

## Определение исполняемых частей игры

В файле `alien_invasion.py` необходимо определить части игры, которые должны выполняться всегда, и те части, которые должны выполняться только при активной игре:

```
alien_invasion.py
Запуск основного цикла игры.
while True:
 gf.check_events(ai_settings, screen, ship, bullets)

 if stats.game_active:
 ship.update()
 gf.update_bullets(ai_settings, screen, ship, aliens, bullets)
 gf.update_aliens(ai_settings, ship, aliens)

 gf.update_screen(ai_settings, screen, ship, aliens, bullets)
```

В основном цикле всегда должна вызываться функция `check_events()`, даже если игра находится в неактивном состоянии. Например, программа все равно должна узинать о том, что пользователь нажал клавишу `Q` для завершения игры или щелкнул на кнопке закрытия окна. Также экран должен обновляться в то время, пока игрок решает, хочет ли он начать новую игру. Остальные вызовы функций должны происходить только при активной игре, потому что в то время, когда игра не активна, обновлять позиции игровых элементов не нужно.

В обновленной версии игра должна останавливаться после потери игроком последнего корабля.

### УПРАЖНЕНИЯ

13-6. Конец игры: в коде из упражнения 13-5 (с. 274) подсчитывайте, сколько раз игрок не поймал мяч. После трех промахов игра должна заканчиваться.

## Итоги

В этой главе вы научились добавлять в игру большое количество одинаковых элементов на примере флота пришельцев. Вы узнали, как использовать вложенные циклы для создания сетки с элементами, а также привели игровые элементы в движение, вызывая метод `update()` каждого элемента. Вы научились управлять перемещением объектов на экране и обрабатывать различные события (например, достижение края экрана). Вы также узнали, как обнаруживать коллизии и реагировать на них (на примере попаданий пуль в пришельцев и столкновений пришельцев с кораблем). В завершение главы рассматривалась тема ведения игровой статистики и использования флага для проверки окончания игры.

В последней главе этого проекта будет добавлена кнопка `Play`, чтобы игрок мог самостоятельно запустить свою первую игру, а также повторить игру после ее завершения. После каждого уничтожения вражеского флота скорость игры будет возрастать, а мы реализуем систему подсчета очков. В результате вы получите полностью работоспособную игру!

# 14 Ведение счета

В этой главе построение игры Alien Invasion будет завершено. Мы добавим кнопку **Play** для запуска игры по желанию игрока или перезапуска игры после ее завершения. Мы также изменим игру, чтобы она ускорялась при переходе игрока на следующий уровень, и реализуем систему подсчета очков. К концу главы вы будете знать достаточно, чтобы заняться разработкой игр, сложность которых нарастает по ходу игры и в которых реализована система подсчета очков.

## Добавление кнопки Play

В этом разделе мы добавим кнопку **Play**, которая отображается перед началом игры и появляется после ее завершения, чтобы игрок мог сыграть снова.

В текущей версии игра начинается сразу же после запуска `alien_invasion.py`. После очередных изменений игра будет запускаться в неактивном состоянии и предлагать игроку нажать кнопку **Play** для запуска. Для этого включите следующий код в `game_stats.py`:

```
game_stats.py
def __init__(self, ai_settings):
 """Инициализирует статистику."""
 self.ai_settings = ai_settings
 self.reset_stats()

 # Игра запускается в неактивном состоянии.
 self.game_active = False

def reset_stats(self):
 ...
```

Итак, программа запускается в неактивном состоянии, а игру можно запустить только нажатием кнопки **Play**.

## Создание класса Button

Так как в Pygame не существует встроенного метода создания кнопок, мы напишем класс `Button` для создания заполненного прямоугольника с текстовой надписью.

Следующий код может использоваться для создания кнопок в любой игре. Ниже приведена первая часть класса `Button`; сохраните ее в файле `button.py`:

```
button.py
import pygame.font

class Button():

❶ def __init__(self, ai_settings, screen, msg):
 """Инициализирует атрибуты кнопки."""
 self.screen = screen
 self.screen_rect = screen.get_rect()

 # Назначение размеров и свойств кнопок.
❷ self.width, self.height = 200, 50
 self.button_color = (0, 255, 0)
 self.text_color = (255, 255, 255)
❸ self.font = pygame.font.SysFont(None, 48)

 # Построение объекта rect кнопки и выравнивание по центру экрана.
❹ self.rect = pygame.Rect(0, 0, self.width, self.height)
 self.rect.center = self.screen_rect.center

 # Сообщение кнопки создается только один раз.
❺ self.prep_msg(msg)
```

Сначала программа импортирует модуль `pygame.font`, который позволяет Pygame выводить текст на экран. Метод `__init__()` получает параметры `self`, объекты `ai_settings` и `screen`, а также строку `msg` с текстом кнопки ❶. Размеры кнопки задаются в точке ❷, после чего атрибуты `button_color` и `text_color` задаются так, чтобы прямоугольник кнопки был окрашен в ярко-зеленый цвет, а текст выводился белым цветом.

В точке ❸ происходит подготовка атрибута `font` для вывода текста. Аргумент `None` сообщает Pygame, что для вывода текста должен использоваться шрифт по умолчанию, а значение 48 определяет размер текста. Чтобы выровнять кнопку по центру экрана, мы создаем объект `rect` для кнопки ❹ и задаем его атрибут `center` в соответствии с одноименным атрибутом экрана.

Pygame выводит строку текста в виде графического изображения. В точке ❺ эта задача решается методом `prep_msg()`. Код `prep_msg()` выглядит так:

```
button.py
def prep_msg(self, msg):
 """Преобразует msg в прямоугольник и выравнивает текст по центру."""
❶ self.msg_image = self.font.render(msg, True, self.text_color,
 self.button_color)
❷ self.msg_image_rect = self.msg_image.get_rect()
 self.msg_image_rect.center = self.rect.center
```

Метод `prep_msg()` должен получать параметр `self` и текст, который нужно вывести в графическом виде (`msg`). Вызов `font.render()` преобразует текст, хранящийся в `msg`, в изображение, которое затем сохраняется в `msg_image` ❶. Методу

`font.render()` также передается логический признак режима сглаживания текста. В остальных аргументах передаются цвет шрифта и цвет фона. В нашем примере режим сглаживания включен (`True`), а цвет фона совпадает с цветом фона кнопки. (Если цвет фона не указан, Pygame пытается вывести шрифт с прозрачным фоном.) В точке ❸ изображение текста выравнивается по центру кнопки, для чего создается объект `rect` изображения, а его атрибут `center` приводится в соответствие с одноименным атрибутом кнопки.

Остается создать метод `draw_button()`, который может вызываться для отображения кнопки на экране:

```
button.py
def draw_button(self):
 # Отображение пустой кнопки и вывод сообщения.
 self.screen.fill(self.button_color, self.rect)
 self.screen.blit(self.msg_image, self.msg_image_rect)
```

Вызов метода `screen.fill()` рисует прямоугольную часть кнопки. Затем вызов `screen.blit()` выводит изображение текста на экран с передачей изображения и объекта `rect`, связанного с изображением. Класс `Button` готов.

## Вывод кнопки на экран

В программе класс `Button` используется для создания кнопки `Play`. Так как нам нужна только одна кнопка `Play`, мы создадим кнопку прямо в файле `alien_invasion.py`:

```
alien_invasion.py
...
from game_stats import GameStats
from button import Button
...

def run_game():
 ...
 pygame.display.set_caption("Alien Invasion")

 # Создание кнопки Play.
❶ play_button = Button(ai_settings, screen, "Play")
 ...

 # Запуск основного цикла игры.
 while True:
 ...
❷ gf.update_screen(ai_settings, screen, stats, ship, aliens,
 bullets,
 play_button)

 run_game()
```

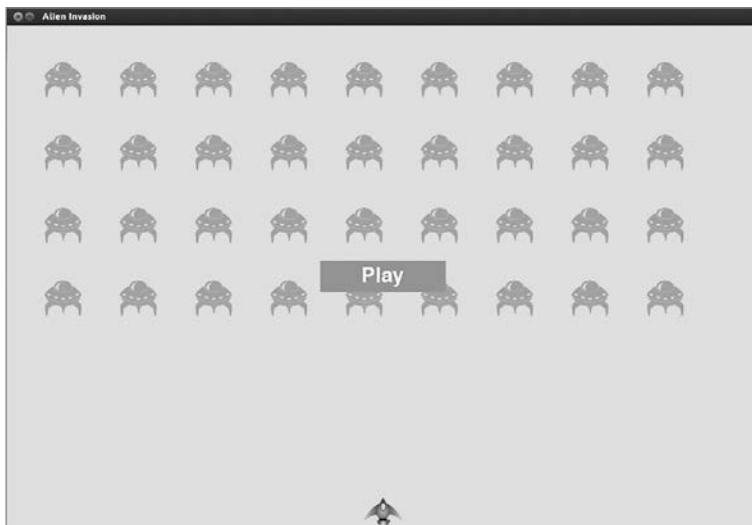
Программа импортирует класс `Button` и создает экземпляр `play_button` ❶, после чего передает `play_button` функции `update_screen()`, чтобы кнопка появлялась при обновлении экрана ❷.

Затем следует внести изменения в `update_screen()`, чтобы кнопка Play появлялась только в неактивном состоянии игры:

```
game_functions.py
def update_screen(ai_settings, screen, stats, ship, aliens, bullets,
 play_button):
 """Обновляет изображения на экране и отображает новый экран."""
 ...
 # Кнопка Play отображается в том случае, если игра неактивна.
 if not stats.game_active:
 play_button.draw_button()

 # Отображение последнего прорисованного экрана.
 pygame.display.flip()
```

Чтобы кнопка Play не закрывалась другими элементами экрана, мы отображаем ее после всех остальных игровых элементов, но перед переключением на новый экран. Теперь при запуске Alien Invasion в центре экрана отображается кнопка Play (рис. 14.1).



**Рис. 14.1.** Кнопка Play выводится тогда, когда игра неактивна

## Запуск игры

Чтобы при нажатии кнопки Play запускалась новая игра, добавьте в файл `game_functions.py` следующий код для отслеживания событий мыши над кнопкой:

```
game_functions.py
def check_events(ai_settings, screen, stats, play_button, ship, bullets):
 """Обрабатывает нажатия клавиш и события мыши."""
 ...
```

```

for event in pygame.event.get():
 if event.type == pygame.QUIT:
 ...
 ❶ elif event.type == pygame.MOUSEBUTTONDOWN:
 ❷ mouse_x, mouse_y = pygame.mouse.get_pos()
 ❸ check_play_button(stats, play_button, mouse_x, mouse_y)

def check_play_button(stats, play_button, mouse_x, mouse_y):
 """Запускает новую игру при нажатии кнопки Play."""
 ❹ if play_button.rect.collidepoint(mouse_x, mouse_y):
 stats.game_active = True

```

Обновленное определение `check_events()` получает параметры `stats` и `play_button`. Параметр `stats` будет использоваться для обращения к флагу `game_active`, а `play_button` — для проверки того, была ли нажата кнопка `Play`.

Pygame обнаруживает событие `MOUSEBUTTONDOWN`, когда игрок щелкает в любой точке экрана ❶, но мы хотим ограничить игру, чтобы она реагировала только на щелчки на кнопке `Play`. Для этого будет использоваться метод `pygame.mouse.get_pos()`, возвращающий кортеж с координатами `x` и `y` точки щелчка ❷. Эти значения передаются функции `check_play_button()` ❸, которая использует метод `collidepoint()` для проверки того, находится ли точка щелчка в пределах области, определяемой прямоугольником кнопки `Play` ❹. Если точка находится в пределах кнопки, флаг `game_active` переводится в состояние `True`, и игра начинается!

При вызове `check_events()` в `alien_invasion.py` должны передаваться два дополнительных аргумента, `stats` и `play_button`:

```

alien_invasion.py
Запуск основного цикла игры.
while True:
 gf.check_events(ai_settings, screen, stats, play_button, ship,
 bullets)
 ...

```

К этому моменту вы сможете запустить и сыграть полноценную игру. После завершения игры значение `game_active` становится равным `False`, а кнопка `Play` снова появится на экране.

## Сброс игры

Только что написанный нами код работает при первом нажатии кнопки `Play`, но не работает после завершения первой игры, потому что условия, приводящие к окончанию игры, еще не были сброшены.

Чтобы игра сбрасывалась при каждом нажатии кнопки `Play`, необходимобросить игровую статистику, стереть старых пришельцев и пули, построить новый флот и вернуть корабль в центр нижней стороны:

```

game_functions.py
def check_play_button(ai_settings, screen, stats, play_button, ship, aliens,
 bullets, mouse_x, mouse_y):

```

```
"""Запускает новую игру при нажатии кнопки Play."""
if play_button.rect.collidepoint(mouse_x, mouse_y):
 # Сброс игровой статистики.
❶ stats.reset_stats()
 stats.game_active = True

 # Очистка списков пришельцев и пуль.
❷ aliens.empty()
 bullets.empty()

 # Создание нового флота и размещение корабля в центре.
❸ create_fleet(ai_settings, screen, ship, aliens)
 ship.center_ship()
```

Мы обновляем определение `check_play_button()`, чтобы в нем были доступны объекты `ai_settings`, `stats`, `ship`, `aliens` и `bullets`. Эти объекты необходимы для сброса настроек, изменившихся в ходе игры, и для обновления визуальных элементов игры.

В точке ❶ обновляется игровая статистика, вследствие чего игрок получает три новых корабля. После этого флаг `game_active` переводится в состояние `True` (чтобы игра началась сразу же после выполнения кода функции), группы `aliens` и `bullets` очищаются ❷, создается новый флот, а корабль выравнивается по центру ❸.

Для этого необходимо изменить определение `check_events()`, как и вызов `check_play_button()`:

```
game_functions.py
def check_events(ai_settings, screen, stats, play_button, ship, aliens,
 bullets):
 """Обрабатывает нажатия клавиш и события мыши."""
 for event in pygame.event.get():
 if event.type == pygame.QUIT:
 ...
 elif event.type == pygame.MOUSEBUTTONDOWN:
 mouse_x, mouse_y = pygame.mouse.get_pos()
❶ check_play_button(ai_settings, screen, stats, play_
 button, ship,
 aliens, bullets, mouse_x, mouse_y)
```

Определению `check_events()` необходим параметр `aliens`, который будет передаваться `check_play_button()`. Также обновляется вызов `check_play_button()` с включением соответствующих аргументов ❶.

Теперь обновите вызов `check_events()` в `alien_invasion.py`, чтобы в нем передавался аргумент `aliens`:

```
alien_invasion.py
Запуск основного цикла игры.
while True:
 gf.check_events(ai_settings, screen, stats, play_button, ship,
 aliens, bullets)
 ...
```

После этих изменений игра будет правильно переходить в исходное состояние при каждом нажатии Play, и вы сможете сыграть столько раз, сколько вам захочется!

## Блокировка кнопки Play

У кнопки Play в нашем приложении есть одна проблема: область кнопки на экране продолжает реагировать на щелчки, даже если кнопка Play не отображается. Если случайно щелкнуть на месте кнопки Play после начала игры, то игра перезапустится!

Чтобы исправить этот недостаток, следует запускать игру только в том случае, если флаг `game_active` находится в состоянии `False`:

```
game_functions.py
def check_play_button(ai_settings, screen, stats, play_button, ship, aliens,
bullets, mouse_x, mouse_y):
 """Запускает новую игру при нажатии кнопки Play."""
❶ button_clicked = play_button.rect.collidepoint(mouse_x, mouse_y)
❷ if button_clicked and not stats.game_active:
 # Сброс игровой статистики.
 ...
 ...
```

Флаг `button_clicked` содержит значение `True` или `False` ❶; а игра перезапускается только в том случае, если пользователь нажал кнопку Play, а игра не активна в данный момент ❷. Чтобы протестировать это поведение, запустите новую игру и многоократно щелкайте в том месте, где должна находиться кнопка Play. Если все работает так, как положено, нажатия кнопки Play не должны влиять на ход игры.

## Скрытие указателя мыши

Указатель мыши должен быть видимым, чтобы пользователь мог начать игру, но после начала игры он только мешает. Чтобы исправить этот недостаток, мы скроем указатель мыши после того, как игра станет активной:

```
game_functions.py
def check_play_button(ai_settings, screen, stats, play_button, ship, aliens,
bullets, mouse_x, mouse_y):
 """Запускает новую игру при нажатии кнопки Play."""
 button_clicked = play_button.rect.collidepoint(mouse_x, mouse_y)
 if button_clicked and not stats.game_active:
 # Указатель мыши скрывается.
 pygame.mouse.set_visible(False)
 ...
 ...
```

Вызов `set_visible()` со значением `False` приказывает Pygame скрыть указатель, когда он находится над окном игры.

После завершения игры указатель должен появляться снова, чтобы игрок мог нажать кнопку Play для запуска новой игры. Этую задачу решает следующий код:

```
game_functions.py
def ship_hit(ai_settings, screen, stats, ship, aliens, bullets):
```

```
"""Обрабатывает столкновение корабля с пришельцем."""
if stats.ships_left > 0:
 ...
else:
 stats.game_active = False
 pygame.mouse.set_visible(True)
```

Указатель снова становится видимым сразу же после того, как игра становится неактивной, что происходит в `ship_hit()`. Внимание к подобным деталям сделает вашу игру более профессиональной, а игрок сможет сосредоточиться на игре вместо того, чтобы разбираться в сложностях пользовательского интерфейса.

### УПРАЖНЕНИЯ

14-1. Запуск игры клавишей P: так как в Alien Invasion игрок управляет кораблем с клавиатуры, для запуска игры также лучше использовать клавиатуру. Добавьте код, с которым игрок сможет запустить игру нажатием клавиши P. Возможно, часть кода из `check_play_button()` стоит переместить в функцию `start_game()`, которая будет вызываться из `check_play_button()` и `check_keydown_events()`.

14-2. Учебная стрельба: создайте у правого края экрана прямоугольник, который движется вверх и вниз с постоянной скоростью. У левого края располагается корабль, который перемещается вверх и вниз игроком и стреляет по движущейся прямоугольной мишени. Добавьте кнопку Play для запуска игры. После трех промахов игра заканчивается, а на экране снова появляется кнопка Play. Нажатие этой кнопки перезапускает игру.

## Повышение сложности

В текущей версии после того, как весь флот пришельцев будет уничтожен, игрок переходит на новый уровень, но сложность игры остается неизменной. Давайте немного оживим игру и повысим ее сложность; для этого скорость игры будет повышаться каждый раз, когда игрок уничтожает весь флот.

### Изменение настроек скорости

Начнем с реорганизации класса `Settings` и разделения настроек игры на две категории: постоянные и изменяющиеся. Также необходимо проследить за тем, чтобы настройки, изменяющиеся в ходе игры, сбрасывались в исходное состояние в начале новой игры. Метод `__init__()` из файла `settings.py` выглядит так:

```
settings.py
def __init__(self):
 """Инициализирует статические настройки игры."""
 # Настройки экрана
 self.screen_width = 1200
 self.screen_height = 800
 self.bg_color = (230, 230, 230)

 # Настройки корабля
 self.ship_limit = 3

 # Настройки пуль
```

```

self.bullet_width = 3
self.bullet_height = 15
self.bullet_color = 60, 60, 60
self.bullets_allowed = 3

Настройки пришельцев
self.fleet_drop_speed = 10

Темп ускорения игры
❶ self.speedup_scale = 1.1

❷ self.initialize_dynamic_settings()

```

Значения, которые остаются неизменными, по-прежнему инициализируются в методе `__init__()`. В точке ❶ добавляется настройка `speedup_scale`, управляющая быстрой нарастанием скорости; со значением 2 скорость удваивается каждый раз, когда игрок переходит на следующий уровень, а со значением 1 скорость остается постоянной. С таким значением, как 1,1, скорость будет увеличиваться в достаточной степени, чтобы игра усложнилась, но не стала невозможной. Наконец, вызов `initialize_dynamic_settings()` инициализирует значения атрибутов, которые должны изменяться в ходе игры ❷.

Код `initialize_dynamic_settings()` выглядит так:

```

settings.py
def initialize_dynamic_settings(self):
 """Инициализирует настройки, изменяющиеся в ходе игры."""
 self.ship_speed_factor = 1.5
 self.bullet_speed_factor = 3
 self.alien_speed_factor = 1

 # fleet_direction = 1 обозначает движение вправо; а -1 - влево.
 self.fleet_direction = 1

```

Метод задает исходные значения скоростей корабля, пуль и пришельцев. Эти скорости будут увеличиваться по ходу игры и будут сбрасываться каждый раз, когда игрок запускает новую игру. Мы включаем в этот метод `fleet_direction`, чтобы пришельцы в начале новой игры всегда двигались вправо.

Для увеличения скорости корабля, пуль и пришельцев каждый раз, когда игрок достигает нового уровня, в программе используется функция `increase_speed()`:

```

settings.py
def increase_speed(self):
 """Увеличивает настройки скорости."""
 self.ship_speed_factor *= self.speedup_scale
 self.bullet_speed_factor *= self.speedup_scale
 self.alien_speed_factor *= self.speedup_scale

```

Чтобы увеличить скорость этих игровых элементов, мы умножаем каждую настройку скорости на значение `speedup_scale`.

Темп игры повышается вызовом `increase_speed()` в `check_bullet_alien_collisions()` при уничтожении последнего пришельца во флоте, но перед созданием нового флота:

```
game_functions.py
def check_bullet_alien_collisions(ai_settings, screen, ship, aliens, bullets):
 ...
 if len(aliens) == 0:
 # Уничтожение пуль, повышение скорости и создание нового флота.
 bullets.empty()
 ai_settings.increase_speed()
 create_fleet(ai_settings, screen, ship, aliens)
```

Изменения значений настроек скорости `ship_speed_factor`, `alien_speed_factor` и `bullet_speed_factor` достаточно для того, чтобы ускорить всю игру!

## Сброс скорости

Каждый раз, когда игрок начинает новую игру, все измененные настройки должны вернуться к исходным значениям, иначе каждая новая игра будет начинаться с повышенными настройками скорости предыдущей игры:

```
game_functions.py
def check_play_button(ai_settings, screen, stats, play_button, ship, aliens,
 bullets, mouse_x, mouse_y):
 """Запускает новую игру при нажатии кнопки Play."""
 button_clicked = play_button.rect.collidepoint(mouse_x, mouse_y)
 if button_clicked and not stats.game_active:
 # Сброс игровых настроек.
 ai_settings.initialize_dynamic_settings()

 # Указатель мыши скрывается.
 pygame.mouse.set_visible(False)
 ...
```

Игра Alien Invasion стала достаточно сложной и интересной. Каждый раз, когда игрок очищает экран, игра должна слегка ускориться, а ее сложность должна слегка возрасти. Если сложность игры возрастает слишком быстро, уменьшите значение `settings.speedup_scale`, а если наоборот, сложность недостаточна, — слегка увеличьте это значение. Найдите оптимальное значение, оценивая сложность игры за разумный промежуток времени. Первая пара флотов должна быть простой, несколько следующих — сложными, но возможными, а при последующих попытках сложность становится практически безнадежной.

### УПРАЖНЕНИЯ

14-3. Учебная стрельба с нарастающей сложностью: начните с кода упражнения 14-2 (с. 288). Скорость мишени должна увеличиваться по ходу игры, а при нажатии игроком кнопки Play мишень должна возвращаться к исходной скорости.

## Подсчет очков

Система подсчета очков позволит отслеживать счет игры в реальном времени; также на экране будет выводиться текущий рекорд, уровень и количество оставшихся кораблей. Счет игры также относится к игровой статистике, поэтому мы добавим атрибут `score` в класс `GameStats`:

```
game_stats.py
class GameStats():
 ...
def reset_stats(self):
 """Инициализирует статистику, изменяющуюся в ходе игры."""
 self.ships_left = self.ai_settings.ship_limit
 self.score = 0
```

Чтобы счет сбрасывался при запуске новой игры, мы инициализируем `score` в `reset_stats()` вместо `__init__()`.

## Вывод счета

Чтобы вывести счет на экран, мы сначала создаем новый класс `Scoreboard`. Пока этот класс ограничивается выводом текущего счета, но мы используем его для вывода рекордного счета, уровня и количества оставшихся кораблей. Ниже приведена первая часть класса; сохраните ее под именем `scoreboard.py`:

```
scoreboard.py
import pygame.font
class Scoreboard():
 """Класс для вывода игровой информации."""
 ❶ def __init__(self, ai_settings, screen, stats):
 """Инициализирует атрибуты подсчета очков."""
 self.screen = screen
 self.screen_rect = screen.get_rect()
 self.ai_settings = ai_settings
 self.stats = stats

 # Настройки шрифта для вывода счета.
 ❷ self.text_color = (30, 30, 30)
 ❸ self.font = pygame.font.SysFont(None, 48)
 # Подготовка исходного изображения.
 ❹ self.prep_score()
```

Так как `Scoreboard` выводит текст на экран, код начинается с импортирования модуля `pygame.font`. Затем `__init__()` передаются параметры `ai_settings`, `screen` и `stats`, чтобы класс мог выводить информацию об отслеживаемых показателях ❶. Далее назначается цвет текста ❷ и создается экземпляр объекта шрифта ❸.

Чтобы преобразовать выводимый текст в изображение, мы вызываем метод `prep_score()` ❹, который определяется следующим образом:

```
scoreboard.py
def prep_score(self):
 """Преобразует текущий счет в графическое изображение."""
 ...
```

```
❶ score_str = str(self.stats.score)
❷ self.score_image = self.font.render(score_str, True, self.
 text_color,
 self.ai_settings.bg_color)

❸ # Вывод счета в правой верхней части экрана.
❹ self.score_rect = self.score_image.get_rect()
❺ self.score_rect.right = self.screen_rect.right - 20
❻ self.score_rect.top = 20
```

В методе `prep_score()` преобразуем числовое значение `stats.score` в строку **❶**; эта строка передается методу `render()`, создающему изображение **❷**. Чтобы счет был хорошо виден на экране, мы передаем `render()` цвет фона и цвет текста.

Счет размещается в правой верхней части экрана и расширяется влево с ростом значения и ширины числа. Чтобы счет всегда оставался выровненным по правой стороне, мы создаем прямоугольник `rect` с именем `score_rect` ❸ и смещаем его правую сторону на 20 пикселов от правого края экрана ❹. Затем верхняя сторона прямоугольника смещается на 20 пикселов вниз от верхнего края экрана ❺.

Остается создать метод `show_score()` для вывода построенного графического изображения:

```
scoreboard.py
def show_score(self):
 """Выводит счет на экран."""
 self.screen.blit(self.score_image, self.score_rect)
```

Метод выводит счет на экран в позиции, определяемой `score_rect`.

## Создание экземпляра Scoreboard

Чтобы вывести счет, мы создадим в alien\_invasion.py экземпляр Scoreboard:

Мы импортируем новый класс `Scoreboard` и создаем экземпляр `sb` после создания экземпляра `stats` ❶. Затем экземпляр `sb` передается методу `update_screen()`, чтобы счет можно было вывести на экран ❷.

Для отображения счета метод `update_screen()` изменяется следующим образом:

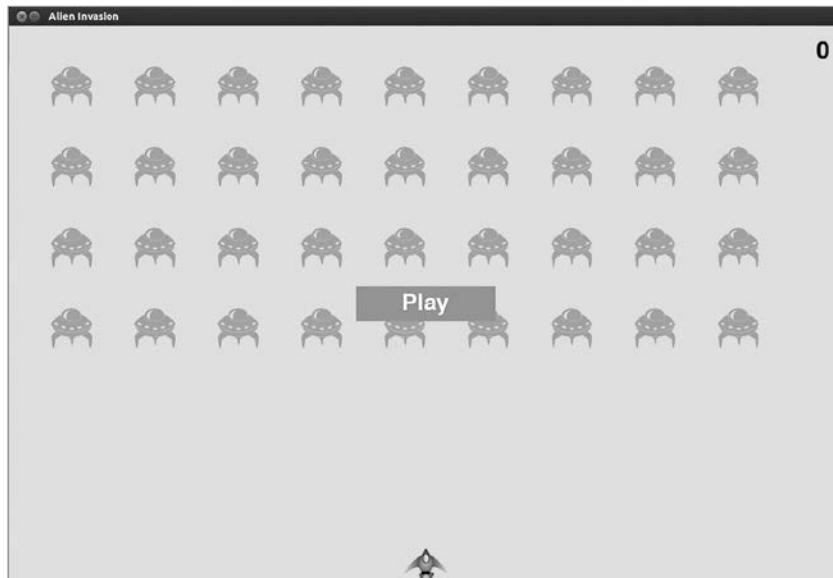
```
game_functions.py
def update_screen(ai_settings, screen, stats, sb, ship, aliens, bullets,
 play_button):
 ...
 # Вывод счета.
 sb.show_score()

Кнопка Play отображается в том случае, если игра неактивна.
if not stats.game_active:
 play_button.draw_button()

Отображение последнего прорисованного экрана.
pygame.display.flip()
```

Мы добавляем `sb` в список параметров, определяющих `update_screen()`, и вызываем `show_score()` непосредственно перед отображением кнопки `Play`.

Если запустить `Alien Invasion` сейчас, в правом верхнем углу экрана отображается счет 0. (Пока мы просто хотим убедиться в том, что счет отображается в нужном месте, прежде чем заниматься дальнейшей доработкой системы подсчета очков.) На рис. 14.2 изображено окно игры перед ее началом.



**Рис. 14.2.** Счет отображается в правом верхнем углу экрана

А теперь нужно организовать начисление очков за каждого пришельца!

## Обновление счета при уничтожении пришельцев

Чтобы на экране выводился оперативно обновляемый счет, мы будем обновлять значение `stats.score` при каждом попадании в пришельца, а затем вызывать `prep_score()` для обновления изображения счета. Но сначала нужно определить, сколько очков игрок будет получать за каждого пришельца:

```
settings.py
def initialize_dynamic_settings(self):
 ...
 # Подсчет очков
 self.alien_points = 50
```

Стоимость каждого пришельца в очках будет увеличиваться по ходу игры. Чтобы значение сбрасывалось в начале каждой новой игры, мы задаем значение в `initialize_dynamic_settings()`.

Счет будет обновляться за каждого сбитого пришельца в `check_bullet_alien_collisions()`:

```
game_functions.py
def check_bullet_alien_collisions(ai_settings, screen, stats, sb, ship,
 aliens, bullets):
 """Обработка коллизий пуль с пришельцами."""
 # Удаление пуль и пришельцев, участвующих в коллизиях.
 collisions = pygame.sprite.groupcollide(bullets, aliens, True, True)
 if collisions:
 ❶ stats.score += ai_settings.alien_points
 sb.prep_score()
 ...
 ...
```

Мы обновляем определение `check_bullet_alien_collisions()` и включаем параметры `stats` и `sb`, чтобы функция могла обновлять счет и рекорд. При попадании пули в пришельца Pygame возвращает словарь `collisions`. Программа проверяет, существует ли словарь, и если существует — стоимость пришельца добавляется к счету ❶. Затем вызов `prep_score()` создает новое изображение для обновленного счета.

Также необходимо обновить определение `update_bullets()`, чтобы соответствующие аргументы передавались между функциями:

```
game_functions.py
def update_bullets(ai_settings, screen, stats, sb, ship, aliens, bullets):
 """Обновляет позиции пуль и удаляет старые пули."""
 ...
 check_bullet_alien_collisions(ai_settings, screen, stats, sb, ship,
 aliens, bullets)
```

Определению `update_bullets()` необходимы дополнительные параметры `stats` и `sb`. Кроме того, вызов `check_bullet_alien_collisions()` должен включать аргументы `stats` и `sb`.

Также необходимо изменить вызов `update_bullets()` в основном цикле `while`:

```
alien_invasion.py
Запуск основного цикла игры.
while True:
 gf.check_events(ai_settings, screen, stats, play_button, ship,
 aliens, bullets)
 if stats.game_active:
 ship.update()
 gf.update_bullets(ai_settings, screen, stats, sb, ship, aliens,
 bullets)
 ...

```

При вызове `update_bullets()` должны передаваться аргументы `stats` и `sb`.

Теперь во время игры вы сможете набирать очки!

## Начисление очков за все попадания

В том виде, в котором написан код, некоторые пришельцы будут пропускаться при подсчете. Например, если две пули попадают в пришельцев во время одного прохода цикла или если вы создадите широкую «пулю» для поражения нескольких пришельцев одновременно, игрок получит очки только за одного подстреленного пришельца. Чтобы устранить этот недостаток, нужно доработать механизм обнаружения коллизий между пулями и пришельцами.

В функции `check_bullet_alien_collisions()` любая пуля, столкнувшаяся с пришельцем, становится ключом словаря `collisions`. С каждой пулей связывается значение — список пришельцев, участвующих в коллизии. Переберем словарь `collisions` и убедимся в том, что очки начисляются за каждого подбитого пришельца:

```
game_functions.py
def check_bullet_alien_collisions(ai_settings, screen, stats, sb, ship,
 aliens, bullets):
 ...
 if collisions:
 ❶ for aliens in collisions.values():
 stats.score += ai_settings.alien_points * len(aliens)
 sb.prep_score()
 ...

```

Если словарь `collisions` был определен, программа перебирает все значения в словаре `collisions`. Вспомните, что каждое значение представляет собой список пришельцев, в которых попала одна пуля. Стоимость каждого пришельца умножается на количество пришельцев в списке, а результат прибавляется к текущему счету.

Чтобы протестировать эту систему, увеличьте ширину пули до 300 пикселов и убедитесь в том, что игра начисляет очки за каждого пришельца, в которого попала эта большая пуля; затем верните ширину пули к нормальному состоянию.

## Увеличение стоимости пришельцев

Так как с каждым достижением нового уровня игра становится более сложной, за пришельцев на этих уровнях следует давать больше очков. Чтобы реализовать эту функциональность, мы добавим код, увеличивающий стоимость пришельцев при возрастании скорости игры:

```
settings.py
class Settings():
 """Класс для хранения всех настроек игры Alien Invasion."""

 def __init__(self):
 ...
 # Темп ускорения игры
 self.speedup_scale = 1.1
 # Темп роста стоимости пришельцев
❶ self.score_scale = 1.5
 self.initialize_dynamic_settings()

 def increase_speed(self):
 """Увеличивает настройки скорости и стоимость пришельцев."""
 self.ship_speed_factor *= self.speedup_scale
 self.bullet_speed_factor *= self.speedup_scale
 self.alien_speed_factor *= self.speedup_scale

❷ self.alien_points = int(self.alien_points * self.score_
 scale)
```

В программе определяется коэффициент прироста начисляемых очков; он называется `score_scale` ❶. С небольшим увеличением скорости (1,1) игра быстро усложняется, но, чтобы увидеть заметную разницу в очках, необходимо изменять стоимость пришельцев в большем темпе (1,5). После увеличения скорости игры стоимость каждого попадания также увеличивается ❷. Чтобы счет возрастал на целое количество очков, в программе используется функция `int()`.

Чтобы увидеть стоимость каждого пришельца, добавьте в метод `increase_speed()` в классе `Settings` команду `print`:

```
settings.py
def increase_speed(self):
 ...
 self.alien_points = int(self.alien_points * self.score_scale)
 print(self.alien_points)
```

Новое значение должно выводиться в терминальном окне каждый раз, когда игрок переходит на новый уровень.

### ПРИМЕЧАНИЕ

Убедившись, что стоимость пришельцев действительно возрастает, не забудьте удалить команду `print`; в противном случае лишний вывод повлияет на быстродействие игры и будет отвлекать игрока.

## Округление счета

В большинстве аркадных «стрелялок» счет ведется значениями, кратными 10, и мы воспользуемся этой схемой в своей игре. Давайте отформатируем счет так, чтобы в больших числах группы разрядов разделялись запятыми. Изменения вносятся в классе Scoreboard:

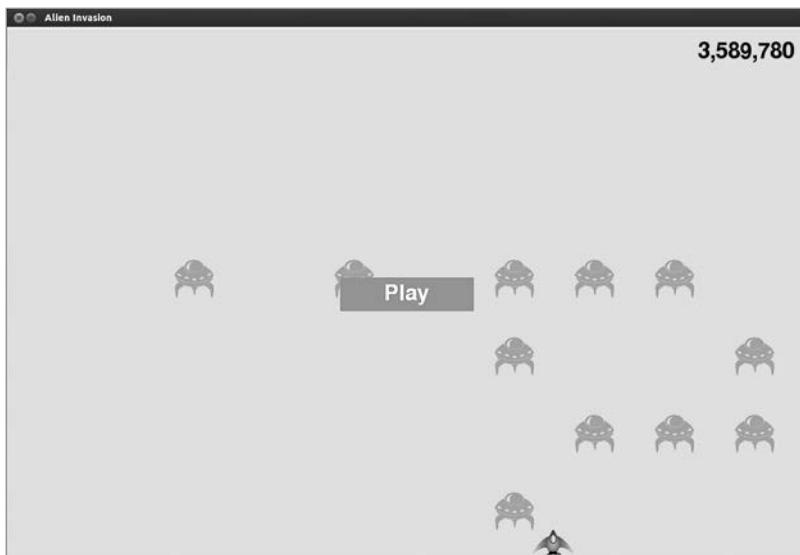
```
scoreboard.py
def prep_score(self):
 """Преобразует текущий счет в графическое изображение."""
 ❶ rounded_score = int(round(self.stats.score, -1))
 ❷ score_str = "{:,}".format(rounded_score)
 self.score_image = self.font.render(score_str, True, self.text_color,
 self.ai_settings.bg_color)
 ...

```

Функция `round()` обычно округляет дробное число до заданного количества знаков, переданного во втором аргументе. Но если во втором аргументе передается отрицательное число, `round()` округляет значение до ближайших десятков, сотен, тысяч и т. д. Код ❶ приказывает Python округлить значение `stats.score` до десятков и сохранить его в `rounded_score`.

### ПРИМЕЧАНИЕ

В Python 2.7 функция `round()` всегда возвращает дробное значение, поэтому мы используем `int()`, чтобы гарантировать, что счет будет выводиться в виде целого числа. Если вы используете Python 3, вызов `int()` можно опустить.



**Рис. 14.3.** Округленный счет с разделителями групп

В точке ❷ директива форматирования строки приказывает Python вставить запятые при преобразовании числового значения в строку — например, чтобы вместо 1000000 выводилась строка 1,000,000. Теперь при запуске игры всегда будет отображаться аккуратно отформатированный, округленный счет (рис. 14.3).

## Рекорды

Каждый игрок желает превзойти предыдущий рекорд игры, поэтому мы будем отслеживать и выводить рекорды, чтобы у игрока была ясная цель. Рекорды будут храниться в классе `GameStats`:

```
game_stats.py
def __init__(self, ai_settings):
 ...
 # Рекорд не должен сбрасываться.
 self.high_score = 0
```

Так как рекорд не должен сбрасываться при повторном запуске, значение `high_score` инициализируется в `__init__()`, а не в `reset_stats()`.

Теперь изменим класс `Scoreboard` для отображения рекорда. Начнем с метода `__init__()`:

```
scoreboard.py
def __init__(self, ai_settings, screen, stats):
 ...
 # Подготовка изображений счетов.
 self.prep_score()
❶ self.prep_high_score()
```

Рекорд должен отображаться отдельно от текущего счета, поэтому для подготовки его изображения понадобится новый метод `prep_high_score()`:

```
scoreboard.py
def prep_high_score(self):
 """Преобразует рекордный счет в графическое изображение."""
❶ high_score = int(round(self.stats.high_score, -1))
❷ high_score_str = "{:,}".format(high_score)
❸ self.high_score_image = self.font.render(high_score_str,
 True,
 self.text_color, self.ai_settings.bg_color)

 # Рекорд выравнивается по центру верхней стороны.
 self.high_score_rect = self.high_score_image.get_rect()
❹ self.high_score_rect.centerx = self.screen_rect.centerx
❺ self.high_score_rect.top = self.score_rect.top
```

Рекорд округляется до десятков ❶ и форматируется с запятыми ❷. Затем для рекорда строится графическое изображение ❸, выполняется горизонтальное выравнивание прямоугольника по центру экрана ❹, а атрибут `top` прямоугольника приводится в соответствие с верхней стороной изображения счета ❺.

Теперь метод `show_score()` выводит текущий счет в правом верхнем углу, а рекорд — в центре верхней стороны:

```
scoreboard.py
def show_score(self):
 """Выводит счет на экран."""
 self.screen.blit(self.score_image, self.score_rect)
 self.screen.blit(self.high_score_image, self.high_score_rect)
```

Для обновления рекорда в файл `game_functions.py` добавляется новая функция `check_high_score()`:

```
game_functions.py
def check_high_score(stats, sb):
 """Проверяет, появился ли новый рекорд."""
❶ if stats.score > stats.high_score:
 stats.high_score = stats.score
 sb.prep_high_score()
```



**Рис. 14.4.** Рекордный счет выводится в середине экрана

Функция `check_high_score()` получает два параметра, `stats` и `sb`. Параметр `stats` используется для проверки текущего счета и рекорда, а параметр `sb` необходим для изменения изображения рекорда при необходимости. В точке ❶ программа сравнивает текущий счет с рекордом. Если текущий счет выше, мы обновляем значение `high_score` и вызываем `prep_high_score()` для обновления изображения рекорда.

Функция `check_high_score()` должна вызываться при каждом попадании в пришельца после обновления счета в `check_bullet_alien_collisions()`:

```
game_functions.py
def check_bullet_alien_collisions(ai_settings, screen, stats, sb, ship,
aliens, bullets):
...
if collisions:
for aliens in collisions.values():
stats.score += ai_settings.alien_points * len(aliens)
sb.prep_score()
 check_high_score(stats, sb)
...

```

Когда вы впервые играете в Alien Invasion, текущий счет одновременно будет наивысшим, поэтому он будет отображаться и как текущий счет, и как рекорд. Но в начале второй игры ваш предыдущий рекорд должен отображаться в середине, а текущий счет справа, как показано на рис. 14.4.

## Вывод уровня

Чтобы в игре выводился текущий уровень, сначала в класс `GameStats` следует включить атрибут для его представления. Чтобы уровень сбрасывался в начале каждой игры, инициализируйте его в `reset_stats()`:

```
game_stats.py
def reset_stats(self):
 """Инициализирует статистику, изменяющуюся в ходе игры."""
 self.ships_left = self.ai_settings.ship_limit
 self.score = 0
 self.level = 1

```

Чтобы класс `Scoreboard` выводил текущий уровень (сразу же под текущим счетом), мы вызываем новый метод `prep_level()` из `__init__()`:

```
scoreboard.py
def __init__(self, ai_settings, screen, stats):
...
Подготовка изображений счетов.
self.prep_score()
self.prep_high_score()
self.prep_level()

```

Метод `prep_level()` выглядит так:

```
scoreboard.py
def prep_level(self):
 """Преобразует уровень в графическое изображение."""
❶ self.level_image = self.font.render(str(self.stats.level),
 True,
 self.text_color, self.ai_settings.bg_color)

 # Уровень выводится под текущим счетом.
 self.level_rect = self.level_image.get_rect()

```

```
❸ self.level_rect.right = self.score_rect.right
❹ self.level_rect.top = self.score_rect.bottom + 10
```

Метод `prep_level()` создает изображение на базе значения, хранящегося в `stats.level` **❶**, и приводит атрибут `right` изображения в соответствие с атрибутом `right` счета **❷**. Затем атрибут `top` сдвигается на 10 пикселов ниже нижнего края изображения текущего счета, чтобы между счетом и уровнем оставался пустой интервал **❸**.

В метод `show_score()` также необходимо внести изменения:

```
scoreboard.py
def show_score(self):
 """Выводит текущий счет, рекорд и число оставшихся кораблей."""
 self.screen.blit(self.score_image, self.score_rect)
 self.screen.blit(self.high_score_image, self.high_score_rect)
 self.screen.blit(self.level_image, self.level_rect)
```

Добавленная строка выводит на экран изображение, представляющее уровень.

Увеличение `stats.level` и обновление изображения уровня выполняются в `check_bullet_alien_collisions()`:

```
game_functions.py
def check_bullet_alien_collisions(ai_settings, screen, stats, sb, ship,
aliens, bullets):
 ...
if len(aliens) == 0:
 # Если весь флот уничтожен, начинается следующий уровень.
 bullets.empty()
 ai_settings.increase_speed()

 # Увеличение уровня.
❶ stats.level += 1
❷ sb.prep_level()

create_fleet(ai_settings, screen, ship, aliens)
```

Если все пришельцы уничтожены, программа увеличивает значение `stats.level` **❶** и вызывает `prep_level()` для обновления уровня **❷**.

Чтобы убедиться в том, что изображения текущего счета и уровня правильно обновляются в начале новой игры, инициируйте сброс при нажатии кнопки `Play`:

```
game_functions.py
def check_play_button(ai_settings, screen, stats, sb, play_button, ship,
aliens, bullets, mouse_x, mouse_y):
 """Запускает новую игру при нажатии кнопки Play."""
 button_clicked = play_button.rect.collidepoint(mouse_x, mouse_y)
 if button_clicked and not stats.game_active:
 ...
 # Сброс игровой статистики.
 stats.reset_stats()
 stats.game_active = True

 # Сброс изображений счетов и уровня.
```

```

❶ sb.prep_score()
 sb.prep_high_score()
 sb.prep_level()

Очистка списков пришельцев и пуль.
aliens.empty()
bullets.empty()

...

```

Определению `check_play_button()` необходим объект `sb`. Чтобы сбросить изображения на экране, послеброса игровых настроек следуют вызовы `prep_score()`, `prep_high_score()` и `prep_level()`.

Затем объект `sb` передается `check_events()`, чтобы объект `Scoreboard` был доступен для `check_play_button()`:

```

game_functions.py
def check_events(ai_settings, screen, stats, sb, play_button, ship, aliens,
 bullets):
 """Обрабатывает нажатия клавиш и события мыши."""
 for event in pygame.event.get():
 if event.type == pygame.QUIT:
 ...
 elif event.type == pygame.MOUSEBUTTONDOWN:
 mouse_x, mouse_y = pygame.mouse.get_pos()
❶ check_play_button(ai_settings, screen, stats, sb, play_
 button,
 ship, aliens, bullets, mouse_x, mouse_y)

```

Определение `check_events()` должно получать `sb` в параметре, чтобы при вызове `check_play_button()` можно было передать `sb` в аргументе ❶.

Остается обновить вызов `check_events()` в `alien_invasion.py`, чтобы в нем также передавался объект `sb`:

```

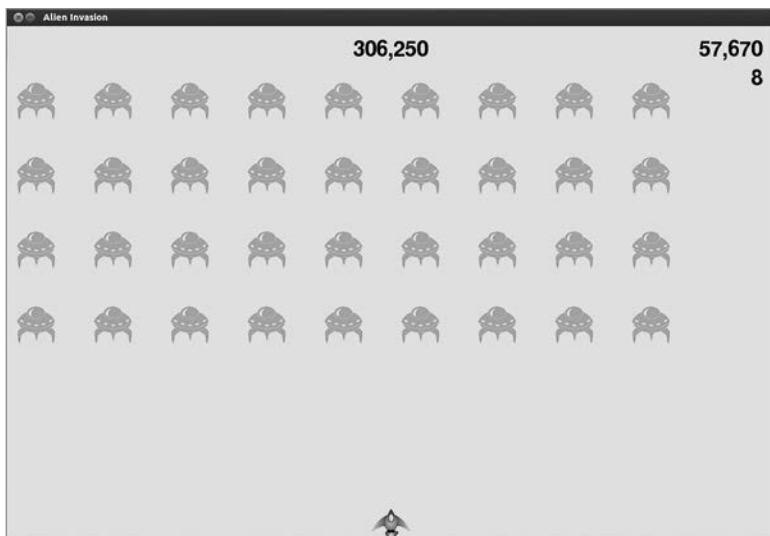
alien_invasion.py
Запуск основного цикла игры.
while True:
 gf.check_events(ai_settings, screen, stats, sb, play_button, ship,
 aliens, bullets)
 ...

```

Теперь количество пройденных уровней отображается на экране (рис. 14.5).

### ПРИМЕЧАНИЕ

В некоторых классических играх выводимая информация снабжается текстовыми метками: «Уровень», «Рекорд» и т. д. Мы эти метки опустили, потому что смысл каждого числа понятен каждому, кто сыграл в Alien Invasion. Если вы включите эти метки, добавьте их в строки непосредственно перед вызовами `font.render()` в `Scoreboard`.



**Рис. 14.5.** Текущий уровень выводится под текущим счетом

## Вывод количества кораблей

Остается вывести количество кораблей, оставшихся у игрока, но на этот раз информация будет выводиться в графическом виде. Как во многих классических аркадных играх, в левом верхнем углу экрана программа рисует несколько изображений корабля. Каждый корабль обозначает одну оставшуюся попытку.

Для начала нужно сделать так, чтобы класс `Ship` наследовал от `Sprite`, — это необходимо для создания группы кораблей:

```
ship.py
import pygame
from pygame.sprite import Sprite

❶ class Ship(Sprite):

 def __init__(self, ai_settings, screen):
 """Инициализирует корабль и задает его начальную позицию."""
❷ super(Ship, self).__init__()
 ...

```

Здесь мы импортируем `Sprite`, объявляем о наследовании `Ship` от `Sprite` ❶ и вызываем `super()` в начале `__init__()` ❷.

Далее необходимо изменить `Scoreboard` и создать группу кораблей для вывода на экран. Команды `import` и метод `__init__()` выглядят так:

```
scoreboard.py
import pygame.font
from pygame.sprite import Group
```

```
from ship import Ship

class Scoreboard():
 """Класс для вывода игровой информации."""

 def __init__(self, ai_settings, screen, stats):
 ...
 self.prep_level()
 self.prep_ships()
 ...


```

Так как мы собираемся создать группу кораблей, программа импортирует классы `Group` и `Ship`. Метод `prep_ships()` будет вызываться после `prep_level()`. Он выглядит так:

```
scoreboard.py
def prep_ships(self):
 """Сообщает количество оставшихся кораблей."""
 ❶ self.ships = Group()
 ❷ for ship_number in range(self.stats.ships_left):
 ship = Ship(self.ai_settings, self.screen)
 ❸ ship.rect.x = 10 + ship_number * ship.rect.width
 ❹ ship.rect.y = 10
 ❺ self.ships.add(ship)


```

Метод `prep_ships()` создает пустую группу `self.ships` для хранения экземпляров кораблей ❶. В ходе заполнения этой группы цикл выполняется по одному разу для каждого корабля, оставшегося у игрока ❷. В цикле создается новый корабль, а координата *x* этого корабля задается так, чтобы корабли размещались рядом друг с другом, разделенные интервалами величиной 10 пикселов ❸. Координата *y* задается так, чтобы корабли были смешены на 10 пикселов от верхнего края экрана и были выровнены по изображению текущего счета ❹. Наконец, каждый корабль добавляется в группу `ships` ❺.

Следующим шагом становится вывод кораблей на экран:

```
scoreboard.py
def show_score(self):
 ...
 self.screen.blit(self.level_image, self.level_rect)
 # Вывод кораблей.
 self.ships.draw(self.screen)


```

При выводе кораблей на экран мы вызываем метод `draw()` для группы, а Pygame рисует каждый отдельный корабль.

Чтобы игрок видел, сколько попыток у него в начале игры, мы вызываем `prep_ships()` при запуске новой игры. Это происходит в функции `check_play_button()` из файла `game_functions.py`:

```
game_functions.py
def check_play_button(ai_settings, screen, stats, sb, play_button, ship,
```

```
aliens, bullets, mouse_x, mouse_y):
 """Запускает новую игру при нажатии кнопки Play."""
 button_clicked = play_button.rect.collidepoint(mouse_x, mouse_y)
 if button_clicked and not stats.game_active:
 ...
 # Сброс изображений счетов и уровня.
 sb.prep_score()
 sb.prep_high_score()
 sb.prep_level()
 sb.prep_ships()
 ...

```

Метод `prep_ships()` также вызывается при столкновении пришельца с кораблем, чтобы изображение обновлялось при потере корабля:

```
game_functions.py
❶ def update_aliens(ai_settings, screen, stats, sb, ship, aliens, bullets):
 ...
 # Проверка коллизий "пришелец-корабль".
 if pygame.sprite.spritecollideany(ship, aliens):
 ❷ ship_hit(ai_settings, screen, stats, sb, ship, aliens,
 bullets)

 # Проверяет, добрались ли пришельцы до нижнего края экрана.
 ❸ check.aliens_bottom(ai_settings, screen, stats, sb, ship,
 aliens, bullets)

❹ def ship_hit(ai_settings, screen, stats, sb, ship, aliens,
 bullets):
 """Обрабатывает столкновение корабля с пришельцем."""
 if stats.ships_left > 0:
 # Уменьшение ships_left.
 stats.ships_left -= 1

 # Обновление игровой информации.
 ❺ sb.prep_ships()

 # Очистка списков пришельцев и пуль.
 ...


```

Сначала параметр `sb` добавляется в определение `update_aliens()` ❶. Затем программа передает `sb` функциям `ship_hit()` ❷ и `check.aliens_bottom()`, чтобы эти функции имели доступ к объекту `Scoreboard` ❸.

Затем определение `ship_hit()` изменяется с включением `sb` ❹. Метод `prep_ships()` вызывается после уменьшения значения `ships_left` ❺, так что при каждой потере корабля выводится правильное количество изображений.

Вызов `ship_hit()` также включен в `check.aliens_bottom()`, так что эту функцию тоже нужно обновить:

```
game_functions.py
def check.aliens_bottom(ai_settings, screen, stats, sb, ship, aliens,
 bullets):
 """Проверяет, добрались ли пришельцы до нижнего края экрана."""

```

```

screen_rect = screen.get_rect()
for alien in aliens.sprites():
 if alien.rect.bottom >= screen_rect.bottom:
 # Происходит то же, что при столкновении с кораблем.
 ship_hit(ai_settings, screen, stats, sb, ship, aliens, bullets)
 break

```

Так как `check_aliens_bottom()` теперь получает параметр `sb`, мы добавляем аргумент `sb` в вызов `ship_hit()`.

Остается добавить `sb` в вызов `update_aliens()` в файле `alien_invasion.py`:

```

alien_invasion.py
Запуск основного цикла игры.
while True:
 ...
if stats.game_active:
 ship.update()
 gf.update_bullets(ai_settings, screen, stats, sb, ship, aliens,
 bullets)
 gf.update_aliens(ai_settings, screen, stats, sb, ship, aliens,
 bullets)
 ...

```

На рис. 14.6 показана полная игровая информация на экране, с количеством оставшихся кораблей в левой верхней части экрана.



**Рис. 14.6.** Полная игровая информация в Alien Invasion

## УПРАЖНЕНИЯ

14-4. Исторический рекорд: в текущей версии рекорд сбрасывается каждый раз, когда игрок закрывает и перезапускает Alien Invasion. Чтобы этого не происходило, запишите рекорд в файл перед вызовом `sys.exit()` и загрузите его при инициализации значения в GameStats.

14-5. Рефакторинг: найдите функции и методы, которые решают более одной задачи, и приведите рефакторинг, улучшающий структуру и эффективность кода. Например, переместите часть кода функции `check_bullet_alien_collisions()`, которая запускает новый уровень при уничтожении флота, в функцию `start_new_level()`. Также переместите четыре метода,ываемых в методе `__init__()` класса Scoreboard, в метод `prep_images()` для сокращения длины `__init__()`. Метод `prep_images()` также может оказать помощь `check_play_button()` или `start_game()`, если вы уже провели рефакторинг `check_play_button()`.

## ПРИМЕЧАНИЕ

Прежде чем браться за рефакторинг проекта, обратитесь к приложению Г. В нем рассказано, как восстановить рабочее состояние проекта, если в ходе рефакторинга были допущены ошибки.

14-6. Расширение Alien Invasion: подумайте над возможными расширениями Alien Invasion. Например, пришельцы тоже могут стрелять по кораблю, или же вы можете добавить укрытия, за которыми может скрываться корабль (укрытия могут разрушаться пулями с обеих сторон). Или добавьте звуковые эффекты (например, взрывы или звуки выстрелов) средствами модуля `pygame.mixer`.

## Итоги

В этой главе вы узнали, как создать кнопку для запуска новой игры, как обнаруживать события мыши и скрывать указатель мыши в активных играх. Полученные знания помогут вам создать другие кнопки в играх, например кнопку для вывода инструкций по игре. Также вы научились изменять скорость по ходу игры, создавать прогрессивную систему подсчета очков и выводить информацию в текстовом и графическом виде.

---

# Проект 2

# Визуализация данных

---

# 15

## Генерирование данных

Под *визуализацией* понимается исследование данных через их визуальное представление. Визуализация тесно связана с *данными* (data mining), использующим программный код для изучения закономерностей и связей в наборе данных. Набором данных может быть как маленький список чисел, помещающийся в одной строке кода, так и массивом из многих гигабайт.

Качественное представление данных не сводится к красивой картинке. Если для набора данных подобрано простое, визуально привлекательное представление, его смысл становится очевидным для зрителя. Люди замечают в наборе данных закономерности, о которых они и не подозревали.

К счастью, для визуализации сложных данных не нужен суперкомпьютер. Благодаря эффективности Python вы сможете быстро исследовать наборы данных из миллионов отдельных элементов (точек данных) на обычном ноутбуке. Элементы данных даже не обязаны быть числовыми. Приемы, о которых вы узнали в первой части книги, позволят вам проанализировать даже нечисловые данные.

Python используется для обработки данных в генетике, исследовании климата, политическом и экономическом анализе и множестве других областей. Специалисты по обработке данных написали на Python впечатляющий инструментарий визуализации и анализа, и многие из этих разработок также доступны и для вас. Один из самых популярных инструментов такого рода — `matplotlib`, математическая библиотека построения диаграмм. С помощью `matplotlib` можно строить простые диаграммы, графики, диаграммы разброса данных и т. д. После этого будет создан более интересный набор данных, основанный на концепции *лучшего решения* — визуализации, генерируемой на базе серии случайных решений.

Также в этом проекте будет использоваться пакет `Pygal`, ориентированный на создание визуализаций, хорошо работающих с цифровыми устройствами. С помощью `Pygal` можно выделять и изменять размеры элементов в ходе взаимодействия пользователя с визуализацией; кроме того, размер визуализации легко изменяется под крошечные «умные часы» или гигантский монитор. Мы используем `Pygal` для исследования закономерностей различных бросков кубиков.

### Установка `matplotlib`

Сначала необходимо установить библиотеку `matplotlib`, которая будет использоваться в исходном наборе визуализаций. Если вы еще не использовали про-

грамму `pip`, обращайтесь к разделу «Установка пакетов Python с использованием `pip`» (с. 227).

## В Linux

Если вы используете версию Python, входящую в поставку системы, вы сможете использовать менеджер пакетов своей системы для установки `matplotlib` всего одной командой:

```
$ sudo apt-get install python3-matplotlib
```

Если вы используете Python 2.7, команда выглядит так:

```
$ sudo apt-get install python-matplotlib
```

Если у вас установлена более новая версия Python, вам придется установить еще несколько библиотек, от которых зависит `matplotlib`:

```
$ sudo apt-get install python3.5-dev python3.5-tk tk-dev
$ sudo apt-get install libfreetype6-dev g++
```

Затем программа `pip` используется для установки `matplotlib`:

```
$ pip install --user matplotlib
```

## В OS X

Компания Apple включает `matplotlib` в свою стандартную установку Python. Чтобы проверить, установлена ли библиотека в вашей системе, откройте терминальный сеанс и попробуйте импортировать `matplotlib`. Если библиотека `matplotlib` еще не установлена в системе и вы использовали Homebrew для установки Python, установите ее следующей командой:

```
$ pip install --user matplotlib
```

### ПРИМЕЧАНИЕ

Возможно, при установке пакетов вам придется использовать команду `pip3` вместо `pip`. Если же эта команда не работает, попробуйте исключить флаг `--user`.

## В Windows

В системе Windows сначала необходимо установить Visual Studio. Откройте страницу <https://dev.windows.com/>, щелкните на ссылке Скачать средства (Downloads) и найдите Visual Studio Community — бесплатный набор средств разработчика для Windows. Загрузите и запустите программу установки.

Затем вам понадобится программа установки для `matplotlib`. Обратитесь по адресу <https://pypi.python.org/pypi/matplotlib/> и найдите файл с расширением `.whl`, соответствующий используемой версии Python. Например, если вы используете 32-разрядную версию Python 3.5, загрузите файл `matplotlib-1.4.3-cp35-none-win32.whl`.

**ПРИМЕЧАНИЕ**

Если вы не нашли файл, соответствующий используемой версии Python, просмотрите возможные варианты по адресу <http://www.lfd.uci.edu/~gohlke/pythonlibs/#matplotlib>. На этом сайте новые пакеты появляются немного ранее, чем на официальном сайте matplotlib.

Скопируйте файл .whl в каталог проекта, откройте окно командной строки и перейдите в каталог проекта. Используйте pip для установки matplotlib:

```
> cd python_work
python_work> python -m pip install --user matplotlib-1.4.3-cp35-none-win32.whl
```

**Тестирование matplotlib**

После того как необходимые пакеты будут установлены, протестируйте свою установку. Для этого откройте сеанс командной строки командой python или python3 и импортируйте matplotlib:

```
$ python3
>>> import matplotlib
>>>
```

Если на экране не появились сообщения об ошибках, значит, библиотека matplotlib установлена в вашей системе и вы можете переходить к следующему разделу.

**ПРИМЕЧАНИЕ**

Если у вас возникнут проблемы с установкой, поищите информацию в приложении В. Если ничего не помогает, обратитесь за помощью. Скорее всего, опытный программист Python быстро найдет причины возникших проблем с минимумом информации от вас.

**Галерея matplotlib**

Чтобы получить представления о визуализациях, которые можно строить в matplotlib, посетите галерею на сайте <http://matplotlib.org/>. Щелкнув на визуализации в галерее, вы сможете просмотреть код, использованный для ее построения.

**Построение простого графика**

Начнем с построения простого линейного графика с использованием matplotlib, а затем настроим его для более содержательной визуализации данных. В качестве данных для графика будет использоваться последовательность квадратов 1, 4, 9, 16 и 25.

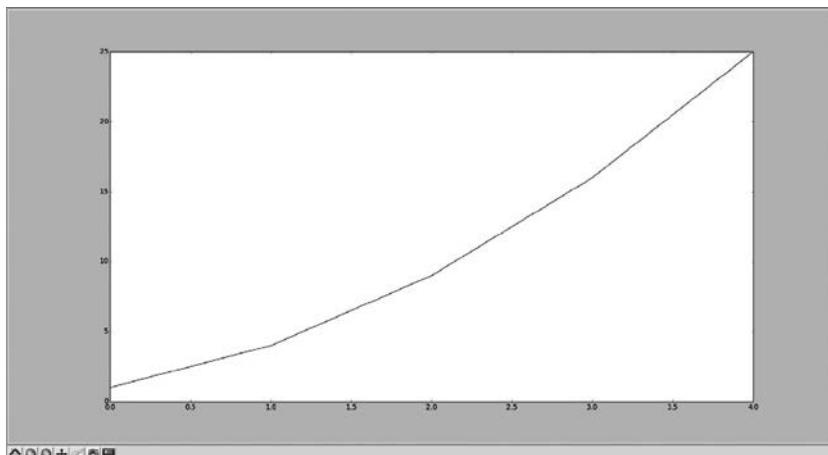
Передайте matplotlib числа так, как показано ниже, а matplotlib сделает все остальное:

```
mpl_squares.py
import matplotlib.pyplot as plt

squares = [1, 4, 9, 16, 25]
plt.plot(squares)
plt.show()
```

Сначала импортируйте модуль `pyplot` с псевдонимом `plt`, чтобы вам не приходилось многократно вводить имя `pyplot`. (Это сокращение часто встречается в примерах на сайте, поэтому мы поступим так же.) Модуль `pyplot` содержит ряд функций для построения диаграмм и графиков.

Мы создаем список для хранения квадратов и передаем его функции `plot()`, которая пытается построить осмысленное графическое представление для заданных чисел. Вызов `plt.show()` открывает окно просмотра `matplotlib` и выводит график (рис. 15.1). В окне просмотра можно изменять масштаб и перемещаться по построенному графику, а кнопка с диском позволяет сохранить любое изображение по вашему выбору.



**Рис. 15.1.** Пример простейшего графика в `matplotlib`

## Изменение типа надписей и толщины графика

Хотя из графика на рис. 15.1 видно, что числовая последовательность возрастает, текст надписей слишком мелкий, а линия слишком тонкая. К счастью, `matplotlib` позволяет настроить практически каждый аспект визуализации.

Мы используем эти возможности настройки для того, чтобы сделать график более выразительным:

```
mpl_squares.py
import matplotlib.pyplot as plt

squares = [1, 4, 9, 16, 25]
❶ plt.plot(squares, linewidth=5)

❷ # Назначение заголовка диаграммы и меток осей.
❸ plt.title("Square Numbers", fontsize=24)
❹ plt.xlabel("Value", fontsize=14)
```

```

plt.ylabel("Square of Value", fontsize=14)

Назначение размера шрифта делений на осях.
❸ plt.tick_params(axis='both', labelsize=14)

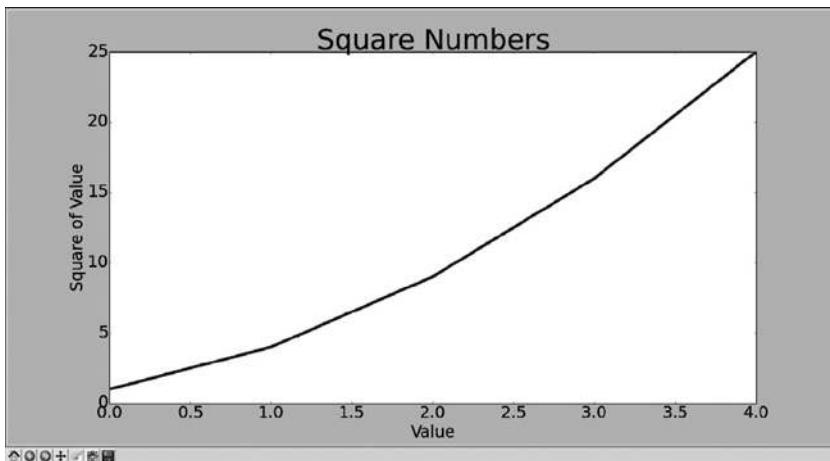
❹ plt.show()

```

Параметр `linewidth` ❶ управляет толщиной линии, которая строится вызовом `plot()`. Функция `title()` ❷ назначает заголовок диаграммы. Параметры `fontsize`, неоднократно встречающиеся в коде, управляют размером текста диаграммы.

Функции `xlabel()` и `ylabel()` позволяют назначить метки (заголовки) каждой из осей ❸, а функция `tick_params()` определяет оформление делений на осях ❹. Аргументы, использованные в данном примере, относятся к делениям на обоих осях (`axes='both'`) и устанавливают для меток делений размер шрифта 14 (`labelsize=14`).

Как видно из рис. 15.2, график выглядит гораздо лучше. Текст надписей стал крупнее, а линия графика — толще.



**Рис. 15.2.** График выглядит гораздо лучше

## Корректировка графика

Теперь, когда текст на графике стал нормально читаться, мы видим, что данные помечены неправильно. Обратите внимание: для точки 4,0 в конце графика указан квадрат 25! Давайте исправим эту ошибку.

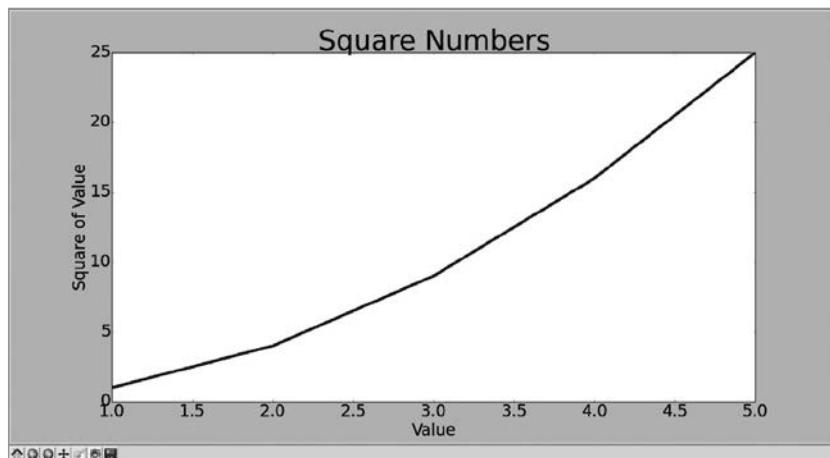
Если `plot()` передает числовую последовательность, функция считает, что первый элемент данных соответствует координате  $x$  со значением 0, но в нашем примере первая точка соответствует значению 1. Чтобы переопределить значение по умолчанию, передайте `plot()` как входные значения, так и квадраты:

```
mpl_squares.py
import matplotlib.pyplot as plt

input_values = [1, 2, 3, 4, 5]
squares = [1, 4, 9, 16, 25]
plt.plot(input_values, squares, linewidth=5)

Назначение заголовка диаграммы и меток осей.
...
```

Теперь `plot()` правильно строит график, потому что мы предоставили оба набора значений, и функции не нужно предполагать, как был сгенерирован выходной набор чисел. На рис. 15.3 изображен правильный график.



**Рис. 15.3.** График с правильными данными

При вызове `plot()` можно передавать многочисленные аргументы, а также использовать различные функции для настройки графиков. Знакомство с этими функциями продолжится позднее, когда мы начнем работать с более интересными наборами данных в этой главе.

## Нанесение и оформление отдельных точек функцией `scatter()`

Иногда бывает полезно нанести на график отдельные точки, основанные на некоторых характеристиках, и определить их оформление. Например, на графике малые и большие значения могут отображаться разными цветами. Возможны и другие варианты: например, сначала нанести множество точек с одним типом оформления, а затем выделить отдельные точки набора, перерисовав их с другим оформлением.

Для нанесения на диаграмму отдельной точки используется функция `scatter()`. Передайте `scatter()` координаты ( $x, y$ ) нужной точки, и функция нанесет эти значения на диаграмму:

```
scatter_squares.py
import matplotlib.pyplot as plt

plt.scatter(2, 4)
plt.show()
```

Применим оформление, чтобы результат выглядел более интересно. Мы добавим название, метки осей, а также увеличим шрифт, чтобы текст нормально читался:

```
import matplotlib.pyplot as plt

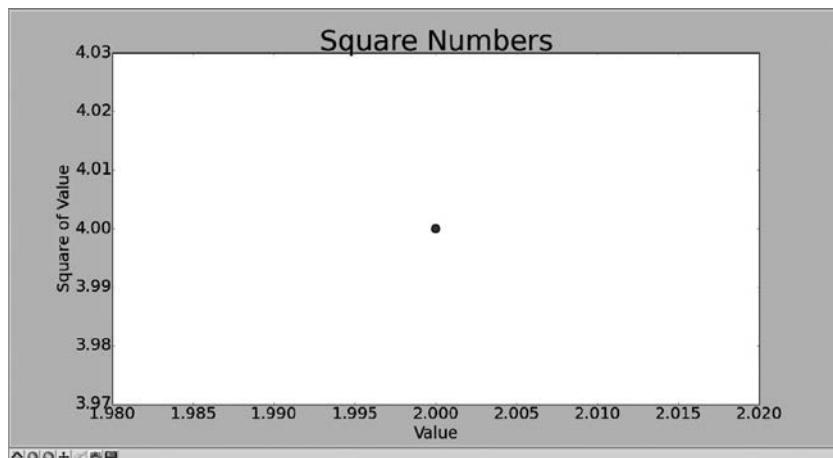
❶ plt.scatter(2, 4, s=200)

Назначение заголовка диаграммы и меток осей.
plt.title("Square Numbers", fontsize=24)
plt.xlabel("Value", fontsize=14)
plt.ylabel("Square of Value", fontsize=14)

Назначение размера шрифта делений на осях.
plt.tick_params(axis='both', which='major', labelsize=14)

plt.show()
```

В точке ❶ вызывается функция; аргумент `s` задает размер точек, используемых для рисования диаграммы. Если запустить программу `scatter_squares.py` в текущем состоянии, вы увидите одну точку в середине диаграммы (рис. 15.4).



**Рис. 15.4.** Вывод одной точки

### Вывод серии точек функцией `scatter()`

Чтобы вывести на диаграмме серию точек, передайте `scatter()` списки значений координат  $x$  и  $y$ :

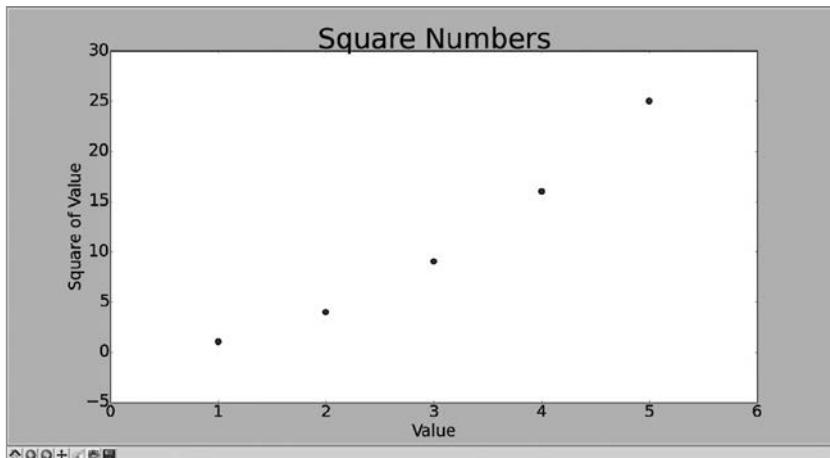
```
scatter_squares.py
import matplotlib.pyplot as plt

x_values = [1, 2, 3, 4, 5]
y_values = [1, 4, 9, 16, 25]

plt.scatter(x_values, y_values, s=100)

Назначение заголовка диаграммы и меток осей.
...
```

Список `x_values` содержит числа, возводимые в квадрат, а в `y_values` содержатся квадраты. При передаче этих списков `scatter()` библиотека `matplotlib` читает по одному значению из каждого списка и наносит их на диаграмму как точку. Таким образом, на диаграмму будут нанесены точки (1, 1), (2, 4), (3, 9), (4, 16) и (5, 25); результат показан на рис. 15.5.



**Рис. 15.5.** Точечная диаграмма с несколькими точками

## Автоматическое вычисление данных

Строить списки вручную неэффективно, особенно при большом объеме данных. Вместо того чтобы передавать данные в виде списка, мы воспользуемся циклом Python, который выполнит вычисления за нас. Вот как выглядит такой цикл для 1000 точек:

```
scatter_squares.py
import matplotlib.pyplot as plt

❶ x_values = list(range(1, 1001))
y_values = [x**2 for x in x_values]

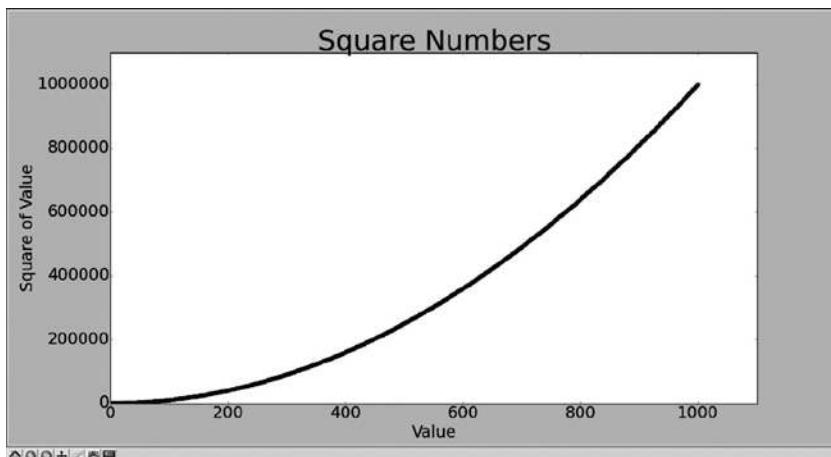
❷ plt.scatter(x_values, y_values, s=40)
```

```
Назначение заголовка диаграммы и меток осей.
...
Назначение диапазона для каждой оси.
w plt.axis([0, 1100, 0, 1100000])

plt.show()
```

Все начинается со списка значений координаты  $x$  с числами от 1 до 1000 ❶. Затем генератор списка строит значения  $y$ , перебирая значения  $x$  (`for x in x_values`), возводя каждое число в квадрат ( $x**2$ ) и сохраняя результаты в `y_values`. Затем оба списка (входной и выходной) передаются `scatter()` ❷.

Набор данных достаточно велик, поэтому мы выбираем меньший размер шрифта, а функция `axis()` используется для задания диапазона каждой оси ❸. Функция `axis()` получает четыре значения: минимум и максимум по осям  $x$  и  $y$ . В данном случае по оси  $x$  откладывается диапазон от 0 до 1100, а по оси  $y$  — диапазон от 0 до 1 100 000. На рис. 15.6 показан результат.



**Рис. 15.6.** Диаграмма с 1000 точками строится так же легко, как и диаграмма с 5 точками

## Удаление контуров точек

Библиотека `matplotlib` позволяет раскрашивать точки на точечной диаграмме в разные цвета. Оформление по умолчанию — синие точки с черным контуром — хорошо подходит для диаграмм с несколькими точками. Однако при большом количестве точек черные контуры начинают сливатся. Чтобы удалить контуры вокруг точек, передайте аргумент `edgecolor='none'` при вызове `scatter()`:

```
plt.scatter(x_values, y_values, edgecolor='none', s=40)
```

Запустите `scatter_squares.py` с этим вызовом, и вы увидите, что на диаграмме выводятся только заполненные синие точки.

## Определение пользовательских цветов

Чтобы изменить цвет точек, передайте `scatter()` аргумент `c` с именем используемого цвета:

```
plt.scatter(x_values, y_values, c='red', edgecolor='none', s=40)
```

Также возможно определять пользовательские цвета в цветовой модели RGB. Чтобы определить цвет, передайте аргумент `c` с кортежем из трех дробных значений (для красной, зеленой и синей составляющих) в диапазоне от 0 до 1. Например, следующая строка создает диаграмму со светло-синими точками:

```
plt.scatter(x_values, y_values, c=(0, 0, 0.8), edgecolor='none', s=40)
```

Значения, близкие к 0, дают более темные цвета, а со значениями, близкими к 1, цвета получаются более светлыми.

## Цветовые карты

Цветов я к `pt` (`colormap`) представляет собой серию цветов градиента, определяющую плавный переход от начального цвета к конечному. Цветовые карты используются в визуализациях для выделения закономерностей в данных. Например, малые значения можно обозначить светлыми цветами, а большие — темными. Модуль `pyplot` включает набор встроенных цветовых карт. Чтобы воспользоваться одной из готовых карт, нужно указать, как модуль `pyplot` должен присваивать цвет каждой точке набора данных. В следующем примере цвет каждой точки присваивается на основании значения  $y$ :

```
scatter_squares.py
import matplotlib.pyplot as plt

x_values = list(range(1001))
y_values = [x**2 for x in x_values]

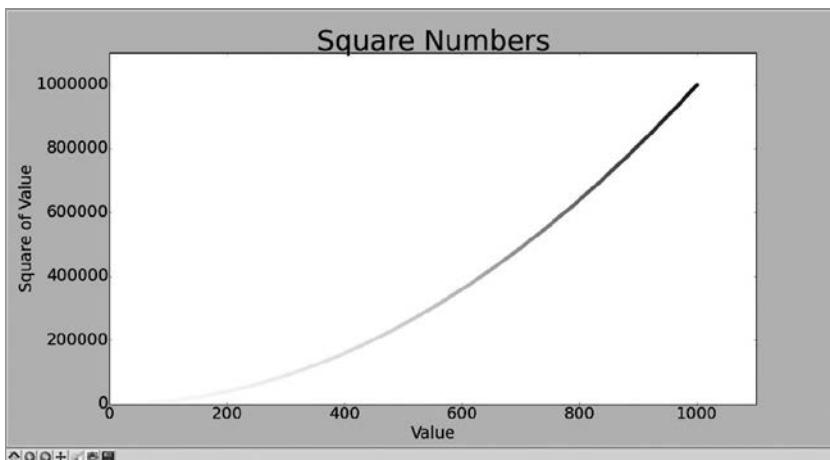
plt.scatter(x_values, y_values, c=y_values, cmap=plt.cm.Blues,
 edgecolor='none', s=40)

Назначение заголовка диаграммы и меток осей.
...
```

Мы передаем в `c` список `y-values`, а затем указываем `pyplot`, какая цветовая карта должна использоваться, при помощи аргумента `cmap`. Следующий код окрашивает точки с меньшими значениями  $y$  в светло-синий цвет, а точки с большими значениями  $y$  — в темно-синий цвет. Полученная диаграмма изображена на рис. 15.7.

### ПРИМЕЧАНИЕ

Все цветовые карты, доступные в `pyplot`, можно просмотреть на сайте <http://matplotlib.org/>; откройте раздел Examples, прокрутите содержимое до пункта Color Examples и щелкните на ссылке `colormaps_reference`.



**Рис. 15.7.** Точечная диаграмма с цветовой картой Blues

## Автоматическое сохранение диаграмм

Если вы хотите, чтобы программа автоматически сохраняла диаграмму в файле, замените вызов `plt.show()` вызовом `plt.savefig()`:

```
plt.savefig('squares_plot.png', bbox_inches='tight')
```

Первый аргумент содержит имя файла для сохранения диаграммы; файл будет сохранен в одном каталоге с `scatter_squares.py`. Второй аргумент отсекает от диаграммы лишние пропуски. Если вы хотите оставить пустые места вокруг диаграммы, этот аргумент можно опустить.

### УПРАЖНЕНИЯ

15-1. Кубы: число, возведенное в третью степень, называется «кубом». Нанесите на диаграмму первые пять кубов, а затем первые 5000 кубов.

15-2. Цветные кубы: примените цветовую карту к диаграмме с кубами.

## Случайное блуждание

В этом разделе мы используем Python для генерирования данных для случайного обхода, а затем при помощи `matplotlib` создадим привлекательное представление сгенерированных данных. *Случайным блужданием* (random walk) называется путь, который не имеет четкого направления, но определяется серией полностью случайных решений. Представьте, что муравей сошел с ума и делает каждый новый шаг в случайном направлении; его путь напоминает случайное блуждание.

Случайное блуждание находит практическое применение в естественных науках: физике, биологии, химии и экономике. Например, пыльцевое зерно на поверхности водяной капли движется по поверхности воды, потому что его постоянно подталкивают молекулы воды. Молекулярное движение в капле воды случайно,

поэтому путь пыльцевого зерна на поверхности представляет собой случайное блуждание. Код, который мы напишем, найдет применение при моделировании многих реальных ситуаций.

## Создание класса RandomWalk()

Чтобы создать путь случайного блуждания, мы создадим класс `RandomWalk`, который принимает случайные решения по выбору направления. Классу нужны три атрибута: переменная для хранения количества точек в пути и два списка для координат  $x$  и  $y$  каждой точки.

Класс `RandomWalk` содержит всего два метода: `__init__()` и `fill_walk()` для вычисления точек случайного блуждания. Начнем с метода `__init__()`:

```
random_walk.py
❶ from random import choice

class RandomWalk():
 """Класс для генерирования случайных блужданий."""

❷ def __init__(self, num_points=5000):
 """Инициализирует атрибуты блуждания."""
 self.num_points = num_points

 # Все блуждания начинаются с точки (0, 0).
❸ self.x_values = [0]
 self.y_values = [0]
```

Чтобы принимать случайные решения, мы сохраним возможные варианты в списке и используем функцию `choice()` для принятия решения ❶. Затем для списка устанавливается количество точек по умолчанию равным 5000 — достаточно большим, чтобы генерировать интересные закономерности, но достаточно малым, чтобы блуждания генерировались быстро ❷. Затем в точке ❸ создаются два списка для хранения значений  $x$  и  $y$ , после чего каждый путь начинается с точки  $(0, 0)$ .

## Выбор направления

Метод `fill_walk()`, как показано ниже, заполняет путь точками и определяет направление каждого шага. Добавьте этот метод в `random_walk.py`:

```
random_walk.py
def fill_walk(self):
 """Вычисляет все точки блуждания."""

 # Шаги генерируются до достижения нужной длины.
❶ while len(self.x_values) < self.num_points:
 # Определение направления и длины перемещения.
❷ x_direction = choice([1, -1])
 x_distance = choice([0, 1, 2, 3, 4])
❸ x_step = x_direction * x_distance
```

```

❶ y_direction = choice([1, -1])
❷ y_distance = choice([0, 1, 2, 3, 4])
❸ y_step = y_direction * y_distance

❹ # Отклонение нулевых перемещений.
❺ if x_step == 0 and y_step == 0:
 continue

❻ # Вычисление следующих значений x и y.
❼ next_x = self.x_values[-1] + x_step
➋ next_y = self.y_values[-1] + y_step

self.x_values.append(next_x)
self.y_values.append(next_y)

```

В точке ❶ запускается цикл, который выполняется вплоть до заполнения пути правильным количеством точек. Главная часть этого метода сообщает Python, как следует моделировать четыре случайных решения: двигаться ли вправо или влево? Как далеко идти в этом направлении? Двигаться ли вверх или вниз? Как далеко идти в этом направлении?

Выражение `choice([1, -1])` выбирает значение `x_direction`; оно возвращает 1 для перемещения вправо или `-1` для движения влево ❷. Затем выражение `choice([0, 1, 2, 3, 4])` определяет дальность перемещения в этом направлении (`y_distance`) случайным выбором целого числа от 0 до 4. (Включение 0 позволяет выполнять шаги по оси `y`, а также шаги со смещением по обеим осям.)

В точках ❸ и ❹ определяется длина каждого шага в направлениях `x` и `y`, для чего направление движения умножается на выбранное расстояние. При положительном результате `x_step` смещает вправо, при отрицательном — влево, при нулевом — вертикально. При положительном результате `y_step` смещает вверх, при отрицательном — вниз, при нулевом — горизонтально. Если оба значения `x_step` и `y_step` равны 0, то блуждание останавливается, но цикл продолжается ❺.

Чтобы получить следующее значение `x`, мы прибавляем значение `x_step` к последнему значению, хранящемуся в `x_values` ❻, и делаем то же самое для значений `y`. После того как значения будут получены, они присоединяются к `x_values` и `y_values`.

## Вывод случайного блуждания

Ниже приведен код отображения всех точек блуждания:

```

rw_visual.py
import matplotlib.pyplot as plt

from random_walk import RandomWalk

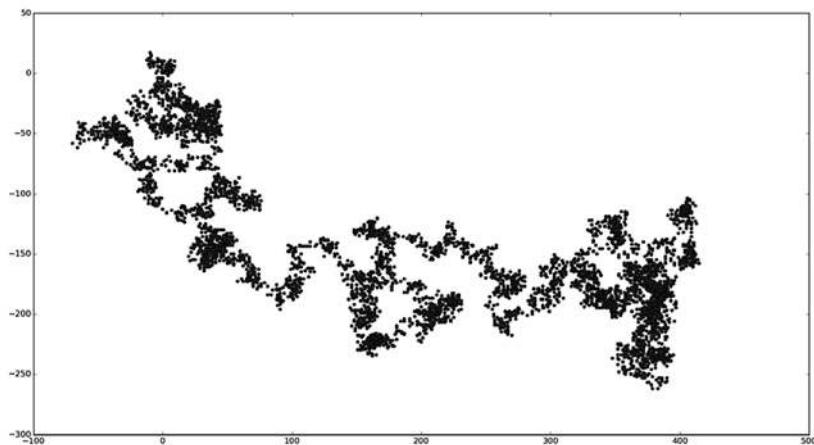
❶ # Построение случайного блуждания и нанесение точек на диаграмму.
❷ rw = RandomWalk()
rw.fill_walk()

❸ plt.scatter(rw.x_values, rw.y_values, s=15)
plt.show()

```

Сначала программа импортирует `pyplot` и `RandomWalk`. Затем она создает случайное блуждание и сохраняет его в `rw` ❶, не забывая вызвать `fill_walk()`. В точке ❷ программа передает `scatter()` координаты `x` и `y` блуждания и выбирает подходящий размер точки.

На рис. 15.8 показана диаграмма с 5000 точками. (В изображениях этого раздела область просмотра `matplotlib` не показана, но вы увидите ее при запуске `rw_visual.py`.)



**Рис. 15.8.** Случайное блуждание с 5000 точек

## Генерирование нескольких случайных блужданий

Все случайные блуждания отличаются друг от друга; интересно понаблюдать за тем, какие узоры генерирует программа. Один из способов использования предыдущего кода — построить несколько блужданий без многократного запуска программы в цикле `while`:

```
rw_visual.py
import matplotlib.pyplot as plt

from random_walk import RandomWalk

Новые блуждания строятся до тех пор, пока программа остается активной.
while True:
 # Построение случайного блуждания и нанесение точек на диаграмму.
 rw = RandomWalk()
 rw.fill_walk()
 plt.scatter(rw.x_values, rw.y_values, s=15)
 plt.show()

❶ keep_running = input("Make another walk? (y/n): ")
 if keep_running == 'n':
 break
```

Код генерирует случайное блуждание, отображает его в области просмотра `matplotlib` и делает паузу с открытой областью просмотра. Когда вы закрываете область просмотра, программа спрашивает, хотите ли вы сгенерировать следующее блуждание. Ответьте `y`, и вы сможете сгенерировать блуждания, которые начинаются рядом с начальной точкой, а затем отклоняются преимущественно в одном направлении; при этом большие группы будут соединяться тонкими секциями. Чтобы завершить программу, введите `n`.

#### ПРИМЕЧАНИЕ

Если у вас версия Python 2.7, используйте `raw_input()` вместо `input()` в точке ❶.

## Оформление случайного блуждания

В этом разделе мы настроим диаграмму так, чтобы подчеркнуть важные характеристики каждого блуждания и отвести на второй план несущественные элементы. Для этого мы выделим характеристики, которые нужно подчеркнуть (например, откуда началось блуждание, где оно закончилось и по какому пути следовало). Затем определяются характеристики, которые нужно ослабить (например, деления шкалы и метки). Результатом должно быть простое визуальное представление, которое четко описывает путь, использованный в каждом случайном блуждании.

## Назначение цветов

Мы используем цветовую карту для отображения точек блуждания, а также удаляем черный контур из каждой точки, чтобы цвет точек был лучше виден. Чтобы точки окрашивались в соответствии с их позицией в блуждании, мы передаем в аргументе `c` список с позицией каждой точки. Так как точки выводятся по порядку, список просто содержит числа от 1 до 5000:

```
rw_visual.py

...
while True:
 # Построение случайного блуждания и нанесение точек на диаграмму.
 rw = RandomWalk()
 rw.fill_walk()

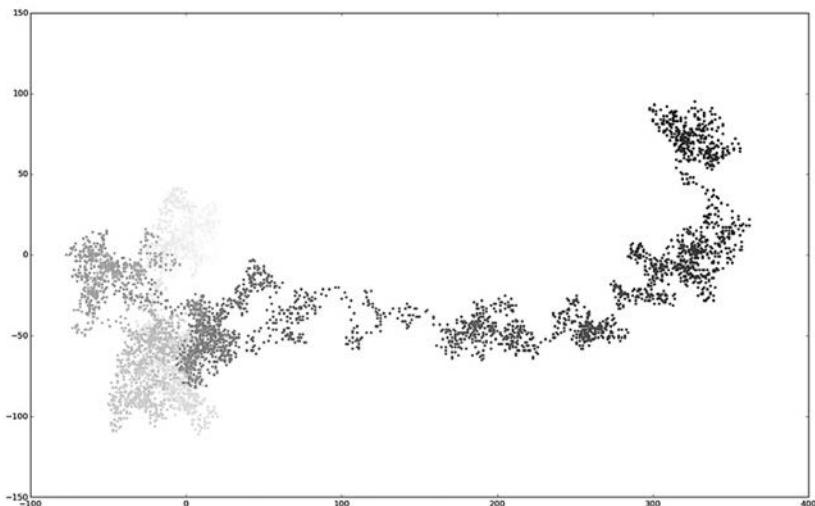
❶ point_numbers = list(range(rw.num_points))
 plt.scatter(rw.x_values, rw.y_values, c=point_numbers, cmap=plt.cm.Blues,
 edgecolor='none', s=15)
 plt.show()

 keep_running = input("Make another walk? (y/n): ")
 ...

```

В точке ❶ функция `range()` используется для генерирования списка чисел, размер которого равен количеству точек в блуждании. Полученный результат сохраняется в списке `point_numbers`, который используется для назначения цвета каждой точки

в блуждании. Мы передаем `point_numbers` в аргументе `c`, используем цветовую карту `Blues` и затем передаем `edgecolor='none'` для удаления черного контура вокруг каждой точки. В результате создается диаграмма блуждания с градиентным переходом от светло-синего к темно-синему (рис. 15.9).



**Рис. 15.9.** Случайное блуждание, окрашенное с применением цветовой карты `Blues`

## Начальные и конечные точки

Помимо раскраски точек, обозначающей их позицию, было бы неплохо видеть, где начинается и заканчивается каждое блуждание. Для этого можно прорисовать первую и последнюю точку отдельно, после нанесения на диаграмму основной серии. Мы выведем конечные точки с большим размером и с другим цветом, чтобы они выделялись на общем фоне:

```
rw_visual.py
...
while True:
 ...
 plt.scatter(rw.x_values, rw.y_values, c=point_numbers, cmap=plt.cm.Blues,
 edgecolor='none', s=15)

 # Выделение первой и последней точек.
 plt.scatter(0, 0, c='green', edgecolors='none', s=100)
 plt.scatter(rw.x_values[-1], rw.y_values[-1], c='red', edgecolors='none',
 s=100)

plt.show()
...
```

Чтобы вывести начальную точку, мы рисуем точку  $(0, 0)$  зеленым цветом с большим размером ( $s=100$ ) по сравнению с остальными точками. Для выделения конечной точки последняя пара координат  $x$  и  $y$  выводится с размером 100. Обязательно вставьте этот код непосредственно перед вызовом `plt.show()`, чтобы начальная и конечная точки выводились поверх всех остальных точек.

При выполнении этого кода вы будете точно видеть, где начинается и кончается каждое блуждание. (Если конечные точки не выделяются достаточно четко, настраивайте их цвет и размер, пока не достигнете желаемого результата.)

## Удаление осей

Уберем оси с диаграммы, чтобы они не отвлекали зрителя от общей картины. Для удаления осей используется следующий код:

```
rw_visual.py
...
while True:
...
 plt.scatter(rw.x_values[-1], rw.y_values[-1], c='red', edgecolors='none',
 s=100)

 # Удаление осей.
❶ plt.axes().get_xaxis().set_visible(False)
 plt.axes().get_yaxis().set_visible(False)

 plt.show()
...
```

Функция `plt.axes()` ❶ переводит флаг видимости каждой оси в состояние `False`. При работе с визуализацией подобные цепочки вызовов встречаются очень часто. Запустите программу `rw_visual.py`; теперь выводимые диаграммы не имеют осей.

## Добавление точек

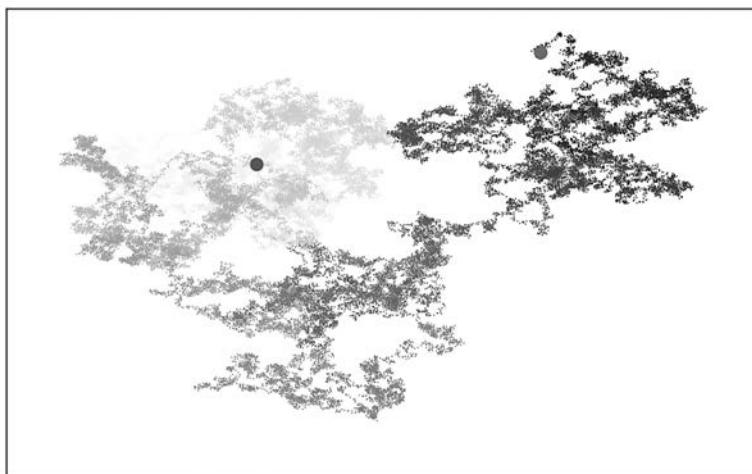
Увеличим количество точек, чтобы работать с большим объемом данных. Для этого мы увеличим значение `num_points` при создании экземпляра `RandomWalk` и отрегулируем размер каждой точки при выводе диаграммы:

```
rw_visual.py
...
while True:
Построение случайного блуждания и нанесение точек на диаграмму.
 rw = RandomWalk(50000)
 rw.fill_walk()

 # Вывод точек и отображение диаграммы.
 point_numbers = list(range(rw.num_points))
 plt.scatter(rw.x_values, rw.y_values, c=point_numbers, cmap=plt.cm.Blues,
 edgecolor='none', s=1)
...
```

В этом примере создается случайное блуждание из 50 000 точек (что в большей степени соответствует реальным данным), и каждая точка рисуется с размером  $s=1$ . Как видно из рис. 15.10, изображение получается эфемерным и туманным. Простая точечная диаграмма превратилась в произведение искусства!

Поэкспериментируйте с этим кодом и посмотрите, насколько вам удастся увеличить количество точек в случайном блуждании, прежде чем система начнет заметно «тормозить» или диаграмма потеряет свою визуальную привлекательность.



**Рис. 15.10.** Случайное блуждание из 50 000 точек

## Изменение размера диаграммы для заполнения экрана

Визуализация гораздо эффективнее передает закономерности в данных, если она адаптирована под размер экрана. Чтобы диаграмма лучше смотрелась на экране, измените размер области просмотра `matplotlib`:

```
rw_visual.py
...
while True:
 # Make a random walk, and plot the points.
 rw = RandomWalk()
 rw.fill_walk()

 # Назначение размера области просмотра.
 plt.figure(figsize=(10, 6))
...

```

Функция `figure()` управляет шириной, высотой, разрешением и цветом фона диаграммы. Параметр `figsize` получает кортеж с размерами окна диаграммы в дюймах.

Python предполагает, что разрешение экрана составляет 80 пикселов на дюйм; если этот код не дает точного размера, внесите необходимые изменения в числа. Или, если вы знаете разрешение экрана в вашей системе, передайте его `figure()` в параметре `dpi` для выбора размера, эффективно использующего доступное пространство:

```
plt.figure(dpi=128, figsize=(10, 6))
```

### УПРАЖНЕНИЯ

15-3. Молекулярное движение: измените программу `rw_visual.py` и замените `plt.scatter()` вызовом `plt.plot()`. Чтобы смоделировать путь пыльцевого зерна на поверхности водяной капли, передайте значения `rw.x_values` и `rw.y_values` и включите аргумент `linewidth`. Используйте 5000 точек вместо 50 000.

15-4. Измененные случайные блуждания: в классе `RandomWalk` значения `x_step` и `y_step` генерируются по единому набору условий. Направление выбирается случайно из списка `[1, -1]`, а расстояние — из списка `[0, 1, 2, 3, 4]`. Измените значения в этих списках и посмотрите, что произойдет с общей формой диаграммы. Попробуйте применить расширенный список вариантов расстояния (например, от 0 до 8) или удалите `-1` из списка направлений по оси `x` или `y`.

15-5. Рефакторинг: метод `fill_walk()` получился слишком длинным. Создайте новый метод с именем `get_step()`, который определяет расстояние и направление для каждого шага, после чего вычисляет этот шаг. В результате метод `fill_walk()` должен содержать два вызова `get_step()`:

```
x_step = get_step()
y_step = get_step()
```

Рефакторинг сокращает размер `fill_walk()`, а метод становится более простым и понятным.

## Моделирование бросков кубиков в Pygal

В этом разделе мы воспользуемся пакетом визуализации Pygal для создания файлов с масштабируемой векторной графикой. Такие файлы хорошо подходят для визуализаций, имеющих разное представление на экранах разного размера, потому что изображение автоматически масштабируется по размерам экрана зрителя. Если вы собираетесь использовать свои визуализации в веб-приложениях, Pygal будет хорошим вариантом; ваша работа будет хорошо смотреться на любом устройстве, которое будет использоваться для просмотра ваших визуализаций.

В этом проекте мы займемся анализом результатов бросков кубиков. При броске одного шестигранного кубика существует равная вероятность выпадения любого числа от 1 до 6. С другой стороны, при броске двух кубиков некоторые суммы выпадают с большей вероятностью, чем другие. Чтобы определить, какие числа наиболее вероятны, мы сгенерируем набор данных, представляющих брошенные кубики. Затем на базе данных большого количества бросков будет построена диаграмма, по которой можно определить, какие результаты более вероятны. Броски кубиков часто используются в математике для пояснения различных типов анализа данных. Впрочем, они также находят применение в реальных приложениях — скажем, в казино и в обычных играх («Монополия», ролевые игры и т. д.).

## Установка Pygal

Установите Pygal при помощи pip. (Если вы еще не использовали pip, обратитесь к разделу «Установка пакетов Python с использованием pip» на с. 227.)

В системах Linux и OS X команда должна выглядеть примерно так:

```
pip install --user pygal
```

В системе Windows она выглядит так:

```
python -m pip install --user pygal
```

### ПРИМЕЧАНИЕ

Возможно, при установке пакетов вам придется использовать команду pip3 вместо pip. Если же эта команда не работает, попробуйте исключить флаг --user.

## Галерея Pygal

Примеры визуализаций, которые могут быть построены с использованием Pygal, представлены в галерее диаграмм: зайдите на сайт <http://www.pygal.org/>, щелкните на ссылке Documentation, затем щелкните на ссылке Chart types. Каждый пример сопровождается исходным кодом, так что вы сможете увидеть, как была построена каждая из визуализаций.

## Создание класса кубика

Для моделирования броска одного кубика мы будем использовать следующий класс:

```
die.py
from random import randint
class Die():
 """Класс, представляющий один кубик."""
 ❶ def __init__(self, num_sides=6):
 """По умолчанию используется шестигранный кубик."""
 self.num_sides = num_sides

 def roll(self):
 """Возвращает случайное число от 1 до числа граней."""
 ❷ return randint(1, self.num_sides)
```

Метод `__init__()` получает один необязательный аргумент. Если при создании экземпляра кубика аргумент с количеством сторон не передается, по умолчанию создается шестигранный кубик. Если же аргумент присутствует, то переданное значение используется для определения количества граней ❶. (Кубики принято обозначать по количеству граней: шестигранный кубик — D6, восьмигранный — D8 и т. д.)

Метод `roll()` использует функцию `randint()` для получения случайного числа в диапазоне от 1 до количества граней ❷. Функция может вернуть начальное значение ❶, конечное значение (`num_sides`) или любое целое число в этом диапазоне.

## Бросок кубика

Прежде чем строить визуализацию на основе этого класса, бросим кубик D6, выведем результаты и убедимся в том, что они выглядят разумно:

```
die_visual.py
from die import Die

❶ die = Die()

❷ # Моделирование серии бросков с сохранением результатов в списке.
results = []
❸ for roll_num in range(100):
 result = die.roll()
 results.append(result)

print(results)
```

В точке ❶ создается экземпляр `Die` с шестью гранями по умолчанию. В точке ❷ моделируются 100 бросков кубика, а результат каждого броска сохраняется в списке `results`. Выборка выглядит примерно так:

```
[4, 6, 5, 6, 1, 5, 6, 3, 5, 3, 5, 3, 2, 2, 1, 3, 1, 5, 3, 6, 3, 6, 5, 4,
 1, 1, 4, 2, 3, 6, 4, 2, 6, 4, 1, 3, 2, 5, 6, 3, 6, 2, 1, 1, 3, 4, 1, 4,
 3, 5, 1, 4, 5, 5, 2, 3, 3, 1, 2, 3, 5, 6, 2, 5, 6, 1, 3, 2, 1, 1, 1, 6,
 5, 5, 2, 2, 6, 4, 1, 4, 5, 1, 1, 4, 5, 3, 3, 1, 3, 5, 4, 5, 6, 5, 4,
 1, 5, 1, 2]
```

Беглое знакомство с результатами показывает, что класс `Die` работает. В результатах встречаются граничные значения 1 и 6, то есть модель возвращает наименьшее и наибольшее возможное значение; значения 0 и 7 не встречаются, а значит, все результаты лежат в диапазоне допустимых значений. Также в выборке встречаются все числа от 1 до 6, то есть представлены все возможные результаты.

## Анализ результатов

Чтобы проанализировать результаты бросков одного кубика D6, мы подсчитаем, сколько раз выпадало каждое число:

```
die_visual.py
...
❶ # Моделирование серии бросков с сохранением результатов в списке.
results = []
❷ for roll_num in range(1000):
 result = die.roll()
 results.append(result)
```

```

Анализ результатов.
frequencies = []
❷ for value in range(1, die.num_sides+1):
❸ frequency = results.count(value)
❹ frequencies.append(frequency)

print(frequencies)

```

Так как Pygal используется для анализа, а не для вывода результатов, количество моделируемых бросков можно увеличить до 1000 ❶. Для анализа создается пустой список `frequencies`, в котором хранится количество выпадений каждого значения. Программа перебирает возможные значения (от 1 до 6 в данном случае) в цикле ❷, подсчитывает количество вхождений каждого числа в результатах ❸, после чего присоединяет полученное значение к списку `frequencies` ❹. Содержимое списка выводится перед построением визуализации:

```
[155, 167, 168, 170, 159, 181]
```

Результаты выглядят разумно: мы видим все шесть частот, по одной для каждого возможного результата при броске D6, и ни одна из частот не выделяется на общем фоне. А теперь займемся наглядным представлением результатов.

## Построение гистограммы

Имея список частот, можно построить гистограмму результатов. Гистограмма представляет собой столбцовую диаграмму, наглядно отображающую относительные частоты результатов. Код построения гистограммы выглядит так:

```

die_visual.py
import pygal
...
Анализ результатов.
frequencies = []
for value in range(1, die.num_sides+1):
 frequency = results.count(value)
 frequencies.append(frequency)

Визуализация результатов.
❶ hist = pygal.Bar()

hist.title = "Results of rolling one D6 1000 times."
❷ hist.x_labels = ['1', '2', '3', '4', '5', '6']
hist.x_title = "Result"
hist.y_title = "Frequency of Result"

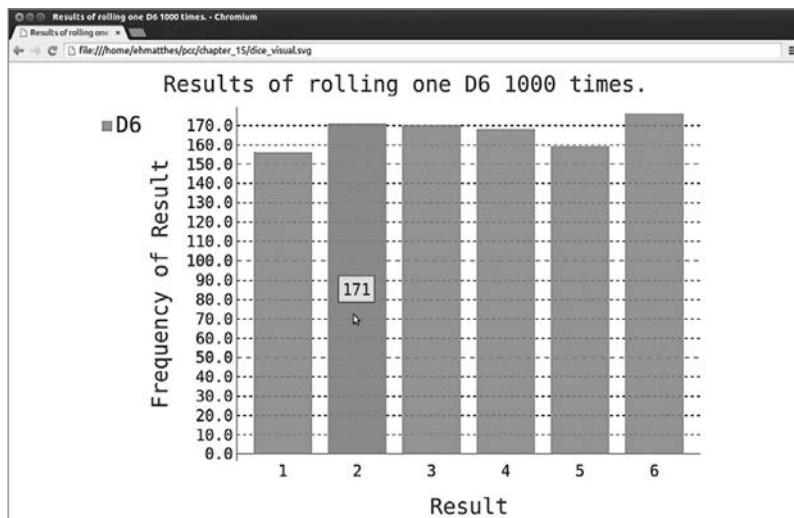
❸ hist.add('D6', frequencies)
hist.render_to_file('die_visual.svg')

```

Чтобы построить столбцовую диаграмму, мы создаем экземпляр `pygal.Bar()`, который сохраняется в переменной `hist` ❶. Затем мы задаем атрибут `title` объекта

`hist` (обычная строка, используемая как заголовок гистограммы), используем возможные результаты броска D6 как метки оси  $x$  ❷, а также добавляем надпись для каждой из осей. Метод `add()` используется для добавления на гистограмму серии значений ❸ (при этом ему передается метка для добавляемого набора и список значений, отображаемых на диаграмме). Наконец, диаграмма записывается в файл SVG, что предполагает имя файла с расширением `.svg`.

Полученную диаграмму проще всего просмотреть в браузере. Откройте новую вкладку в любом браузере, а в ней откройте файл `die_visual.svg` (из папки, в которой был сохранен файл `die_visual.py`). Диаграмма должна выглядеть примерно так, как на рис. 15.11. (Мы слегка изменили изображение для печати; по умолчанию Pygal генерирует диаграммы с более темным фоном, чем на рисунке.)



**Рис. 15.11.** Простая гистограмма, созданная с использованием Pygal

Обратите внимание на интерактивность диаграмм, построенных с использованием Pygal: если навести указатель мыши на столбец диаграммы, вы увидите данные, связанные с этим столбцом. Данная возможность особенно полезна при нанесении нескольких наборов данных на одну диаграмму.

## Бросок двух кубиков

При броске двух кубиков вы получаете большие значения с другим распределением результатов. Изменим наш код и создадим два кубика D6, моделирующих бросок пары кубиков. При броске каждой пары программа складывает два числа (по одному с каждого кубика) и сохраняет сумму в `results`. Сохраните копию `die_visual.py` под именем `dice_visual.py` и внесите следующие изменения:

```
dice_visual.py
import pygal
```

```

from die import Die

Создание двух кубиков D6.
die_1 = Die()
die_2 = Die()

Моделирование серии бросков с сохранением результатов в списке.
results = []
for roll_num in range(1000):
❶ result = die_1.roll() + die_2.roll()
 results.append(result)

Анализ результатов.
frequencies = []
❷ max_result = die_1.num_sides + die_2.num_sides
❸ for value in range(2, max_result+1):
 frequency = results.count(value)
 frequencies.append(frequency)

Визуализация результатов.
hist = pygal.Bar()

❹ hist.title = "Results of rolling two D6 dice 1000 times."
hist.x_labels = ['2', '3', '4', '5', '6', '7', '8', '9', '10', '11', '12']
hist.x_title = "Result"
hist.y_title = "Frequency of Result"

hist.add('D6 + D6', frequencies)
hist.render_to_file('dice_visual.svg')

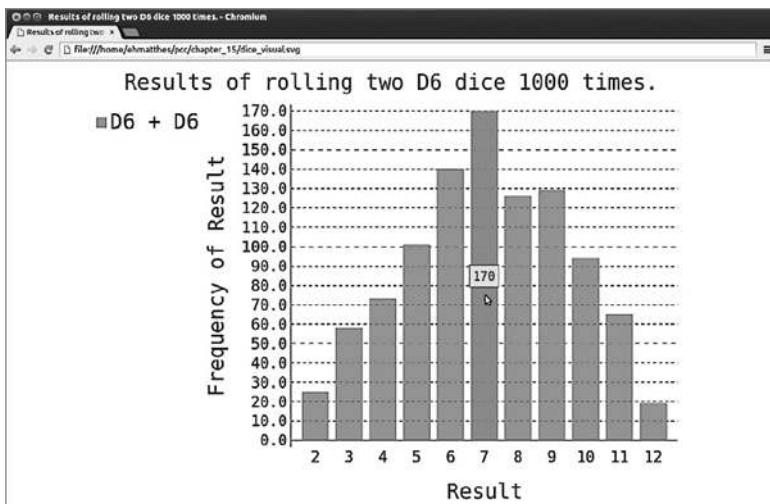
```

Создав два экземпляра `Die`, мы бросаем кубики и вычисляем сумму для каждого броска ❶. Самый большой возможный результат (12) вычисляется суммированием наибольших результатов на обоих кубиках; мы сохраняем его в `max_result` ❷. Наименьший возможный результат ❸ равен сумме наименьших результатов на обоих кубиках. В процессе анализа подсчитывается количество результатов для каждого значения от 2 до `max_result` ❹. (Также можно было использовать диапазон `range(2, 13)`, но он работал бы только для двух кубиков D6. При моделировании реальных ситуаций лучше писать код, который легко адаптируется для разных ситуаций. В частности, этот код позволяет смоделировать бросок пары кубиков с *любым* количеством граней.)

При создании диаграммы мы задаем заголовок, метки оси *x* и серии данных ❹. (Если бы список `x_labels` был намного длиннее, то его было бы удобнее сгенерировать автоматически в цикле.)

После выполнения кода обновите в браузере вкладку с диаграммой; примерный вид диаграммы показан на рис. 15.12.

На диаграмме показаны примерные результаты, которые могут быть получены для пары кубиков D6. Как видите, реже всего выпадают результаты 2 и 12, а чаще всего 7, потому что эта комбинация может быть выброшена шестью способами: 1+6, 2+5, 3+4, 4+3, 5+2 и 6+1.



**Рис. 15.12.** Смоделированные результаты 1000 бросков двух шестигранных кубиков

## Броски кубиков с разным числом граней

Создадим кубики с 6 и 10 гранями и посмотрим, что произойдет, если бросить их 50 000 раз:

```
different_dice.py
from die import Die

import pygal

Создание кубиков D6 и D10.
die_1 = Die()
❶ die_2 = Die(10)

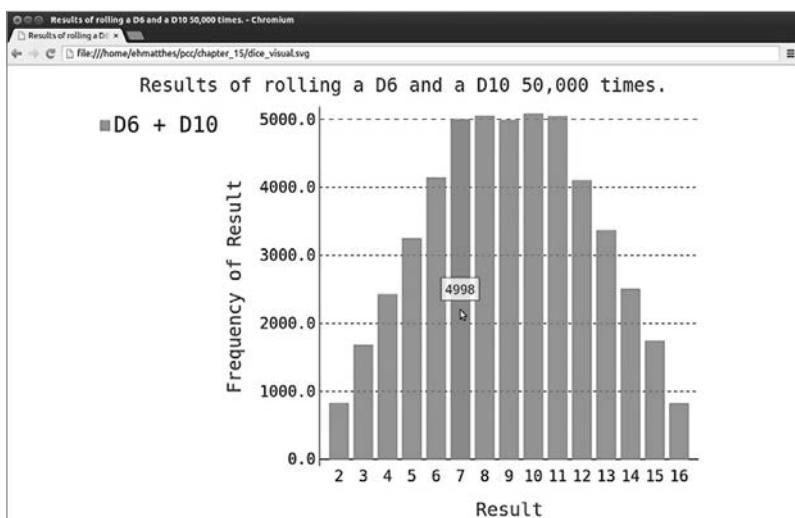
Моделирование серии бросков с сохранением результатов в списке.
results = []
for roll_num in range(50000):
 result = die_1.roll() + die_2.roll()
 results.append(result)

Анализируйте результаты.
...
❷ hist.title = "Results of rolling a D6 and a D10 50,000 times."
hist.x_labels = ['2', '3', '4', '5', '6', '7', '8', '9', '10', '11', '12',
 '13', '14', '15', '16']
hist.x_title = "Result"
hist.y_title = "Frequency of Result"
hist.add('D6 + D10', frequencies)
```

```
hist.render_to_file('dice_visual.svg')
```

Чтобы создать модель кубика D10, мы передаем аргумент 10 при создании второго экземпляра `Die1` и изменяем первый цикл для моделирования 50 000 бросков вместо 1000. Наименьший возможный результат, как и прежде, равен 2, зато наибольший увеличился до 16; мы соответственно изменяем заголовок, метки оси *x* и метки серийных данных **❷**.

На рис. 15.13 показана полученная диаграмма. Вместо одного наиболее вероятного результата их стало целых пять. Это объясняется тем, что наименьшее (1+1) и наибольшее (6+10) значения по-прежнему могут быть получены только одним способом, но кубик D6 ограничивает количество способов генерирования средних чисел: суммы 7, 8, 9, 10 и 11 можно выбросить шестью способами. Следовательно, именно эти результаты являются наиболее частыми, и все эти числа выпадают с равной вероятностью.



**Рис. 15.13.** Результаты 50 000 бросков шести- и десятигранных кубиков

Возможность применения `Pygal` для моделирования бросков кубиков дает существенную свободу при исследовании этого явления. За считаные минуты вы сможете смоделировать огромное количество бросков с разнообразными кубиками.

### УПРАЖНЕНИЯ

15-6. Автоматические метки: измените программы `die.py` и `dice_visual.py`. Замените список, используемый для задания значений `hist.x_labels`, циклом, автоматически генерирующими этот список. Если вы хорошо освоили генераторы списков, также попробуйте заменить другие циклы `for` в `die_visual.py` и `dice_visual.py` генераторами списков.

15-7. Два кубика D8s: создайте модель, которая показывает, что происходит при 1000-кратном бросании двух восьмигранных кубиков. Постепенно наращивайте количество бросков, пока не начнете замечать ограничения, связанные с ресурсами вашей системы.

15-8. Три кубика: при броске 3 кубиков D6 наименьший возможный результат равен 3, а наибольший — 18. Создайте визуализацию, которая показывает, что происходит при броске трех кубиков D6.

15-9. Умножение: при броске двух кубиков результат обычно определяется суммированием двух чисел. Создайте визуализацию, которая показывает, что происходит при умножении этих чисел.

15-10. Эксперименты с библиотеками: попробуйте использовать `matplotlib` для создания визуализации бросков кубиков, а `Pygal` — для создания визуализации случайного блуждания.

## Итоги

В этой главе вы научились генерировать наборы данных и строить визуализации этих данных. Вы научились строить простые диаграммы с использованием `matplotlib` и применять точечные диаграммы для анализа случайных блужданий. Вы узнали, как построить гистограмму с использованием `Pygal` и как исследовать результаты бросков кубиков с разным количеством граней при помощи гистограммы.

Генерирование собственных наборов данных в программах — интересный и мощный способ моделирования и анализа различных реальных ситуаций. В дальнейших проектах визуализации данных обращайте особое внимание на ситуации, которые могут быть смоделированы на программном уровне. Присмотритесь к визуализациям, встречающимся в выпусках новостей, — возможно, они были сгенерированы методами, сходными с теми, о которых вы узнали в этих проектах?

В главе 16 мы загрузим данные из сетевого источника и продолжим использовать `matplotlib` и `Pygal` для анализа данных.

# 16 Загрузка данных

В этой главе мы загрузим наборы данных из сетевого источника и создадим рабочеспособные визуализации этих данных. В Интернете можно найти невероятно разнообразную информацию, большая часть которой еще не подвергалась основательному анализу. Умение анализировать данные позволит вам выявить связи и закономерности, не найденные никем другим.

В этой главе рассматривается работа с данными в двух популярных форматах, CSV и JSON. Модуль Python `csv` будет применен для обработки погодных данных в формате CSV (с разделением запятыми) и анализа динамики высоких и низких температур в двух разных местах. Затем библиотека `matplotlib` будет использована для построения на базе загруженных данных диаграммы изменения температур. Позднее в этой главе модуль `json` будет использован для обращения к данным численности населения, хранимым в формате JSON, а при помощи модуля `Rugal` будет построена карта распределения населения по странам.

К концу этой главы вы будете готовы к работе с разными типами и форматами наборов данных и начнете лучше понимать принципы построения сложных визуализаций. Возможность загрузки и визуализации сетевых данных разных типов и форматов крайне важна для работы с разнообразными массивами данных в реальном мире.

## Формат CSV

Один из простейших вариантов хранения — запись данных в текстовый файл как серий значений, разделенных запятыми; такой формат хранения получил название CSV (от Comma Separated Values, то есть «значения, разделенные запятыми»). Например, одна строка погодных данных в формате CSV может выглядеть так:

```
2014-1-5,61,44,26,18,7,-1,56,30,9,30.34,30.27,30.15,,,10,4,,0.00,0,,195
```

Это погодные данные за 5 января 2014 г. в Ситке (Аляска). В данных указаны максимальная и минимальная температуры, а также ряд других показателей за этот день. У человека могут возникнуть проблемы с чтением данных CSV, но этот формат хорошо подходит для программной обработки и извлечения значений, а это ускоряет процесс анализа.

Начнем с небольшого набора погодных данных в формате CSV, записанного в Ситке; файл с данными можно загрузить среди ресурсов книги

по адресу <https://www.nostarch.com/pythoncrashcourse/>. Скопируйте файл `sitka_weather_07-2014.csv` в каталог, в котором сохраняются программы этой главы. (После загрузки ресурсов книги в вашем распоряжении появятся все необходимые файлы для этого проекта.)

### ПРИМЕЧАНИЕ

Погодные данные для этого проекта были загружены с сайта <http://www.wunderground.com/history/>.

## Разбор заголовка файлов CSV

Модуль Python `csv` из стандартной библиотеки разбирает строки файла CSV и позволяет быстро извлечь нужные значения. Начнем с первой строки файла, которая содержит серию заголовков данных:

```
highs_lows.py
import csv

filename = 'sitka_weather_07-2014.csv'
❶ with open(filename) as f:
❷ reader = csv.reader(f)
❸ header_row = next(reader)
 print(header_row)
```

После импортирования модуля `csv` имя обрабатываемого файла сохраняется в переменной `filename`. Затем файл открывается, а полученный объект сохраняется в переменной `f` ❶. Далее программа вызывает метод `csv.reader()` и передает ему объект файла в аргументе, чтобы создать объект чтения данных для этого файла ❷. Объект чтения данных сохраняется в переменной `reader`.

Модуль `csv` содержит функцию `next()`, которая возвращает следующую строку файла для полученного объекта чтения данных. В следующем листинге функция `next()` вызывается только один раз для получения первой строки файла, содержащей заголовки ❸. Возвращенные данные сохраняются в `header_row`. Как видите, `header_row` содержит осмысленные имена заголовков, которые сообщают, какая информация содержится в каждой строке данных:

```
['AKDT', 'Max TemperatureF', 'Mean TemperatureF', 'Min TemperatureF',
 'Max Dew PointF', 'MeanDew PointF', 'Min DewpointF', 'Max Humidity',
 ' Mean Humidity', ' Min Humidity', ' Max Sea Level PressureIn',
 ' Mean Sea Level PressureIn', ' Min Sea Level PressureIn',
 ' Max VisibilityMiles', ' Mean VisibilityMiles', ' Min VisibilityMiles',
 ' Max Wind SpeedMPH', ' Mean Wind SpeedMPH', ' Max Gust SpeedMPH',
 'PrecipitationIn', ' CloudCover', ' Events', ' WindDirDegrees']
```

Объект `reader` обрабатывает первую строку значений, разделенных запятыми, и сохраняет все значения в строке в списке. Заголовок `AKDT` означает «Alaska Daylight Time» (Аляска, летнее время). Позиция заголовка указывает на то, что первым значением в каждой из следующих строк является дата или время. Заголовок `Max TemperatureF` сообщает, что второе значение в каждой строке содержит максимальную температуру в этот день по шкале Фаренгейта. По именам заголовков можно определить, какая информация хранится в файле.

**ПРИМЕЧАНИЕ**

Форматирование заголовков не всегда последовательно; иногда встречаются лишние пробелы, единицы измерения находятся в неожиданных местах. В необработанных файлах данных это бывает достаточно часто, но не создает проблем.

## Печать заголовков и их позиций

Чтобы читателю было проще понять структуру данных в файле, выведем каждый заголовок и его позицию в списке:

```
highs_lows.py
...
with open(filename) as f:
 reader = csv.reader(f)
 header_row = next(reader)

❶ for index, column_header in enumerate(header_row):
 print(index, column_header)
```

Мы применяем к списку функцию `enumerate()` ❶ для получения индекса каждого элемента и его значения. (Обратите внимание: строка `print(header_row)` удалена ради этой более подробной версии.)

Результат с индексами всех заголовков выглядит так:

```
0 AKDT
1 Max TemperatureF
2 Mean TemperatureF
3 Min TemperatureF
...
20 CloudCover
21 Events
22 WindDirDegrees
```

Из этих данных видно, что даты и максимальные температуры за эти дни находятся в столбцах 0 и 1. Чтобы проанализировать температурные данные, мы обработаем каждую запись данных в файле `sitka_weather_07-2014.csv` и извлечем элементы с индексами 0 и 1.

## Извлечение и чтение данных

Итак, нужные столбцы данных известны; попробуем прочитать часть этих данных. Начнем с чтения максимальной температуры за каждый день:

```
highs_lows.py
import csv

Чтение максимальных температур из файла.
filename = 'sitka_weather_07-2014.csv'
with open(filename) as f:
 reader = csv.reader(f)
 header_row = next(reader)
```

```

❶ highs = []
❷ for row in reader:
❸ highs.append(row[1])

print(highs)

```

Программа создает пустой список с именем `highs` ❶ и перебирает остальные строки в файле ❷. Объект `reader` продолжает с того места, на котором он остановился в ходе чтения файла CSV, и автоматически возвращает каждую строку после текущей позиции. Так как заголовок уже прочитан, цикл продолжается со второй строки, в которой начинаются фактические данные. При каждом проходе цикла значение с индексом 1 (второй столбец) присоединяется к списку `highs` ❸.

В результате будет получен список `highs` со следующим содержимым:

```
['64', '71', '64', '59', '69', '62', '61', '55', '57', '61', '57', '59', '57',
 '61', '64', '61', '59', '63', '60', '57', '69', '63', '62', '59', '57', '57',
 '61', '59', '61', '61', '66']
```

Мы извлекли максимальную температуру для каждого дня и аккуратно сохранили полученные данные в строковом формате в списке.

Затем преобразуем строки в числа при помощи функции `int()`, чтобы данные можно было передать `matplotlib`:

```

highs_lows.py
...
highs = []
for row in reader:
❶ high = int(row[1])
 highs.append(high)

print(highs)

```

Строки преобразуются в целые числа в точке ❶ перед добавлением температур в список. Результат представляет собой список максимальных температур в числовом формате:

```
[64, 71, 64, 59, 69, 62, 61, 55, 57, 61, 57, 59, 57, 61, 64, 61, 59, 63, 60, 57,
 69, 63, 62, 59, 57, 57, 61, 59, 61, 61, 66]
```

Следующим шагом станет построение визуализации этих данных.

## Нанесение данных на диаграмму

Для наглядного представления температурных данных мы сначала создадим простую диаграмму дневных максимумов температуры с использованием `matplotlib`:

```

highs_lows.py
import csv

from matplotlib import pyplot as plt

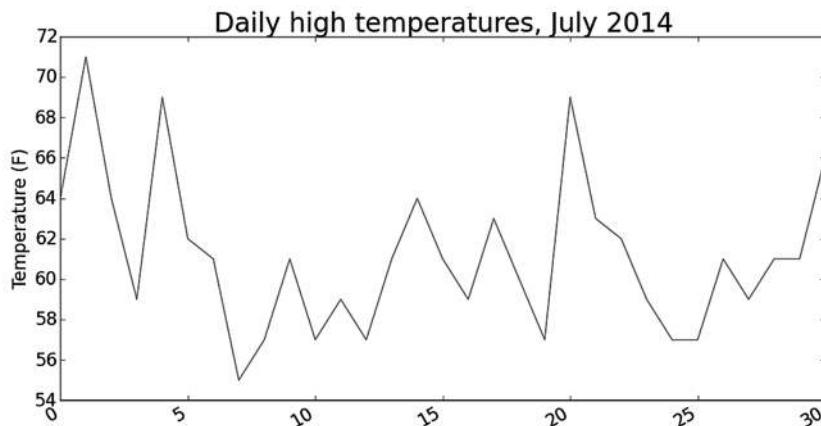
```

```
Чтение максимальных температур из файла.
...
Нанесение данных на диаграмму.
fig = plt.figure(dpi=128, figsize=(10, 6))
❶ plt.plot(highs, c='red')

Форматирование диаграммы.
❷ plt.title("Daily high temperatures, July 2014", fontsize=24)
❸ plt.xlabel('', fontsize=16)
plt.ylabel("Temperature (F)", fontsize=16)
plt.tick_params(axis='both', which='major', labelsize=16)

plt.show()
```

Мы передаем при вызове `plot()` список `highs` ❶ и аргумент `c='red'` для отображения точек красным цветом. (Максимумы будут выводиться красным цветом, а минимумы синим.) Затем указываются другие аспекты форматирования (например, размер шрифта и метки) ❷, уже знакомые вам по главе 15. Так как даты еще не добавлены, метки для оси  $x$  не задаются, но вызов `plt.xlabel()` изменяет размер шрифта, чтобы метки по умолчанию лучше читались ❸. На рис. 16.1 показана полученная диаграмма: это простой график температурных максимумов за июль 2014 г. в Ситке (штат Аляска).



**Рис. 16.1.** График ежедневных температурных максимумов в июле 2014 г. в Ситке (штат Аляска)

## Модуль `datetime`

Теперь нанесем даты на график, чтобы с ним было удобнее работать. Первая дата из файла погодных данных хранится во второй строке файла:

2014-7-1,64,56,50,53,51,48,96,83,58,30,19,...

Данные будут читаться в строковом формате, поэтому нам понадобится способ преобразовать строку '2014-7-1' в объект, представляющий эту дату. Чтобы построить объект, соответствующий 1 июля 2014 года, мы воспользуемся методом `strptime()` из модуля `datetime`. Посмотрим, как работает `strptime()` в терминальном окне:

```
>>> from datetime import datetime
>>> first_date = datetime.strptime('2014-7-1', '%Y-%m-%d')
>>> print(first_date)
2014-07-01 00:00:00
```

Сначала необходимо импортировать класс `datetime` из модуля `datetime`. Затем вызывается метод `strptime()`, первый аргумент которого содержит строку с датой. Второй аргумент сообщает Python, как отформатирована дата. В данном примере значение '`%Y`' сообщает Python, что часть строки, предшествующая первому дефису, должна интерпретироваться как год из четырех цифр; '`%m`' приказывает Python интерпретировать часть строки перед вторым дефисом как число, представляющее месяц; наконец, '`%d`' приказывает Python интерпретировать последнюю часть строки как день месяца от 1 до 31.

Метод `strptime()` может получать различные аргументы, которые описывают, как должна интерпретироваться запись даты. В табл. 16.1 перечислены некоторые из таких аргументов.

**Таблица 16.1.** Аргументы форматирования даты и времени из модуля `datetime`

| Аргумент        | Описание                                |
|-----------------|-----------------------------------------|
| <code>%A</code> | Название дня недели — например, Monday  |
| <code>%B</code> | Название месяца — например, January     |
| <code>%m</code> | Порядковый номер месяца (от 01 до 12)   |
| <code>%d</code> | День месяца (от 01 до 31)               |
| <code>%Y</code> | Год из четырех цифр (например, 2015)    |
| <code>%y</code> | Две последние цифры года (например, 15) |
| <code>%H</code> | Часы в 24-часовом формате (от 00 до 23) |
| <code>%I</code> | Часы в 12-часовом формате (от 01 до 12) |
| <code>%p</code> | AM или PM                               |
| <code>%M</code> | Минуты (от 00 до 59)                    |
| <code>%S</code> | Секунды (от 00 до 59)                   |

## Представление дат на диаграмме

Научившись обрабатывать данные в файлах CSV, вы сможете улучшить диаграмму температурных данных. Для этого мы извлечем из файла даты ежедневных максимумов и передадим даты и максимумы функции `plot()`:

```
highs_lows.py
import csv
```

```

from datetime import datetime

from matplotlib import pyplot as plt

Чтение дат и температурных максимумов из файла.
filename = 'sitka_weather_07-2014.csv'
with open(filename) as f:
 reader = csv.reader(f)
 header_row = next(reader)

❶ dates, highs = [], []
 for row in reader:
❷ current_date = datetime.strptime(row[0], "%Y-%m-%d")
 dates.append(current_date)

 high = int(row[1])
 highs.append(high)

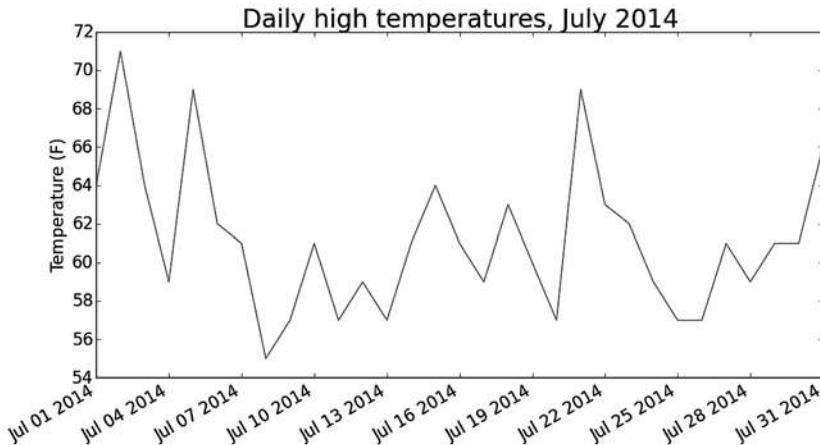
 # Нанесение данных на диаграмму.
 fig = plt.figure(dpi=128, figsize=(10, 6))
❸ plt.plot(dates, highs, c='red')

 # Форматирование диаграммы.
 plt.title("Daily high temperatures, July 2014", fontsize=24)
 plt.xlabel('', fontsize=16)

❹ fig.autofmt_xdate()
 plt.ylabel("Temperature (F)", fontsize=16)
 plt.tick_params(axis='both', which='major', labelsize=16)

plt.show()

```



**Рис. 16.2.** График с датами на оси x стал более понятным

Мы создаем два пустых списка для хранения дат и температурных максимумов из файла ❶. Затем программа преобразует данные, содержащие информацию даты (`row[0]`), в объект `datetime` ❷, который присоединяется к `dates`. Значения дат и температурных максимумов передаются `plot()` в точке ❸. Вызов `fig.autofmt_xdate()` в точке ❹ выводит метки дат по диагонали, чтобы они не перекрывались. На рис. 16.2 изображена новая версия графика.

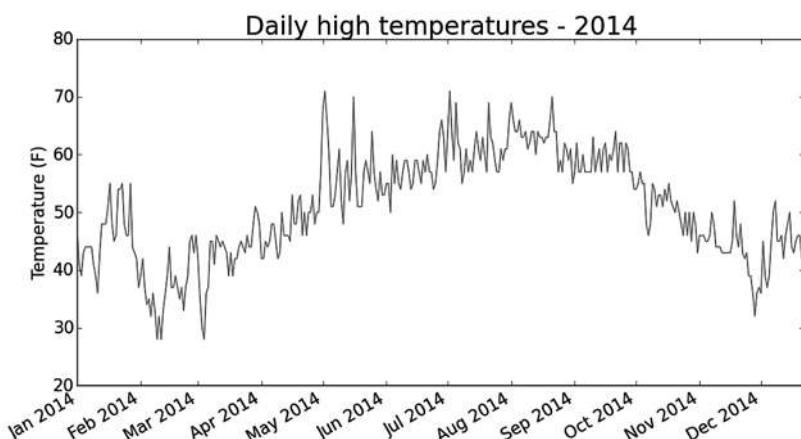
## Расширение временного диапазона

Итак, график успешно создан. Добавим на него новые данные для получения более полной картины погоды в Ситке. Скопируйте файл `sitka_weather_2014.csv`, содержащий погодные данные для Ситки за целый год, в каталог с программами этой главы. А теперь мы можем сгенерировать график с погодными данными за год:

```
highs_lows.py
...
❶ # Чтение дат и температурных максимумов из файла.
❷ filename = 'sitka_weather_2014.csv'
with open(filename) as f:
 ...
 # Форматирование диаграммы.
❸ plt.title("Daily high temperatures - 2014", fontsize=24)
plt.xlabel('', fontsize=16)
...
...
```

Значение `filename` изменено, чтобы в программе использовался новый файл данных `sitka_weather_2014.csv` ❶, а заголовок диаграммы приведен в соответствие с содержимым ❷.

На рис. 16.3 изображена полученная диаграмма.



**Рис. 16.3.** Данные за год

## Нанесение на диаграмму второй серии данных

Обновленный график на рис. 16.3 содержит значительное количество полезных данных, но график можно сделать еще полезнее, добавив на него данные температурных минимумов. Для этого необходимо прочитать температурные минимумы из файла данных и нанести их на график:

```
highs_lows.py
...
Чтение дат, температурных максимумов и минимумов из файла.
filename = 'sitka_weather_2014.csv'
with open(filename) as f:
 reader = csv.reader(f)
 header_row = next(reader)

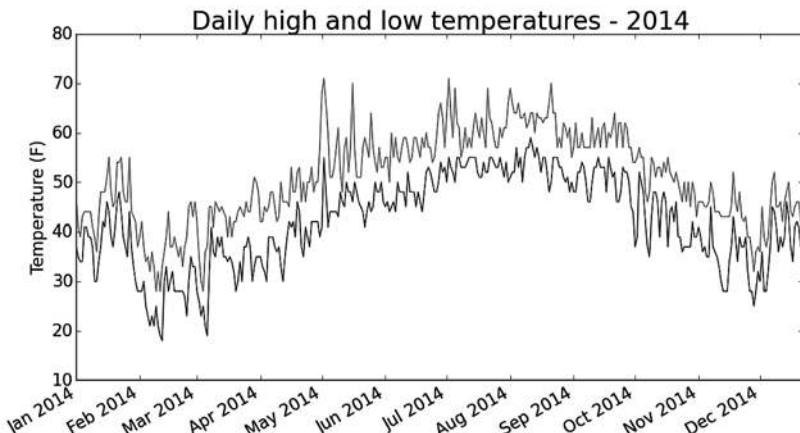
❶ dates, highs, lows = [], [], []
 for row in reader:
 current_date = datetime.strptime(row[0], "%Y-%m-%d")
 dates.append(current_date)

 high = int(row[1])
 highs.append(high)

❷ low = int(row[3])
 lows.append(low)

Нанесение данных на диаграмму.
fig = plt.figure(dpi=128, figsize=(10, 6))
plt.plot(dates, highs, c='red')
❸ plt.plot(dates, lows, c='blue')

Формат диаграммы.
x plt.title("Daily high and low temperatures - 2014", fontsize=24)
...
```



**Рис. 16.4.** Две серии данных на одной диаграмме

В точке ❶ создается пустой список `lows` для хранения температурных минимумов, после чего программа извлекает и сохраняет температурный минимум для каждой даты из четвертой позиции каждой строки данных (`row[3]`) ❷. В точке ❸ добавляется вызов `plot()` для температурных минимумов, которые окрашиваются в синий цвет. Затем остается лишь обновить заголовок диаграммы ❹.

На рис. 16.4 изображена полученная диаграмма.

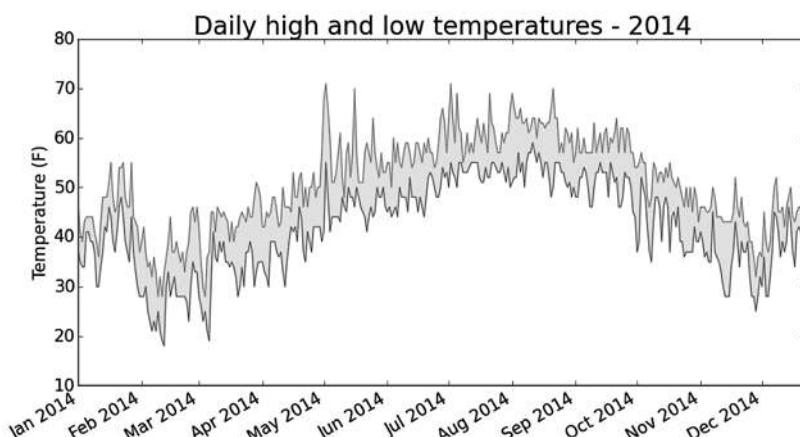
## Цветовое выделение части диаграммы

После добавления двух серий данных можно переходить к анализу диапазона температур по дням. Пора сделать последний штрих в оформлении диаграммы: затушевать диапазон между минимальной и максимальной дневной температурой. Для этого мы воспользуемся методом `fill_between()`, который получает серию значений `x` и две серии значений `y` и заполняет область между двумя значениями `y`:

```
highs_lows.py
...
Нанесение данных на диаграмму.
fig = plt.figure(dpi=128, figsize=(10, 6))
❶ plt.plot(dates, highs, c='red', alpha=0.5)
plt.plot(dates, lows, c='blue', alpha=0.5)
❷ plt.fill_between(dates, highs, lows, facecolor='blue', alpha=0.1)
...

```

Аргумент `alpha` ❶ определяет степень прозрачности вывода. Значение 0 означает полную прозрачность, а 1 (по умолчанию) — полную непрозрачность. Со значением `alpha=0.5` красные и синие линии на графике становятся более светлыми.



**Рис. 16.5.** Область между двумя наборами данных закрашена

В точке ❷ `fill_between()` передается список `dates` для значений `x` и две серии значений `y` `highs` и `lows`. Аргумент `facecolor` определяет цвет закрашиваемой области; мы назначаем ему низкое значение `alpha=0.1`, чтобы заполненная область соединяла две серии данных, не отвлекая зрителя от передаваемой информации. На рис. 16.5 показана диаграмма с закрашенной областью между `highs` и `lows`. Закрашенная область подчеркивает величину расхождения между двумя наборами данных.

## Проверка ошибок

Программа `highs_lows.py` должна нормально работать для погодных данных любого места. Однако на некоторых метеорологических станциях происходят сбои, и станциям не удается собрать данные (полностью или частично). Отсутствие данных может привести к исключениям; если исключения не будут обработаны, то программа аварийно завершится.

Для примера попробуем построить график температур для Долины Смерти (штат Калифорния). Скопируйте файл `death_valley_2014.csv` в каталог с программами этой главы, после чего внесите изменения в `highs_lows.py` для работы с другим набором данных:

```
highs_Lows.py
...
Чтение дат, температурных максимумов и минимумов из файла.
filename = 'death_valley_2014.csv'
with open(filename) as f:
 ...

```

При запуске программы происходит ошибка, как видно из последней строки следующего вывода:

```
Traceback (most recent call last):
 File "highs_lows.py", line 17, in <module>
 high = int(row[1])
ValueError: invalid literal for int() with base 10: ''
```

Трассировка показывает, что Python не может обработать максимальную температуру для одной из дат, потому что не может преобразовать пустую строку ('') в целое число. Чтобы понять причину, достаточно заглянуть в файл `death_valley_2014.csv`:

```
2014-2-16,,,,,,,,,,0.00,,,,-1
```

Похоже, 16 февраля 2014 года данные не сохранялись; строка максимальной температуры пуста. Чтобы решить проблему, мы будем выполнять проверку ошибок при чтении данных из файла для обработки исключений, которые могут возникнуть при разборе наборов данных. Вот как это делается:

```
highs_Lows.py
...
Чтение дат, температурных максимумов и минимумов из файла.
filename = 'death_valley_2014.csv'
```

```

with open(filename) as f:
 reader = csv.reader(f)
 header_row = next(reader)

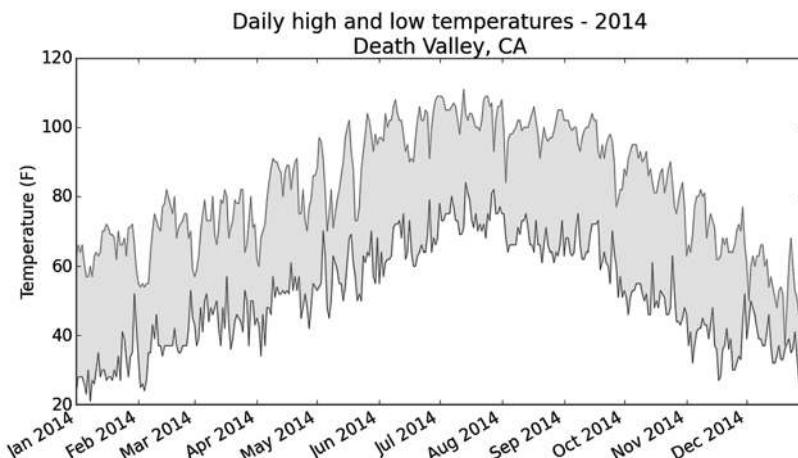
 dates, highs, lows = [], [], []
 for row in reader:
 ❶ try:
 current_date = datetime.strptime(row[0], "%Y-%m-%d")
 high = int(row[1])
 low = int(row[3])
 except ValueError:
 ❷ print(current_date, 'missing data')
 else:
 ❸ dates.append(current_date)
 highs.append(high)
 lows.append(low)

 # Plot data.
 ...

 # Форматирование диаграммы
❹ title = "Daily high and low temperatures - 2014\nDeath Valley, CA"
 plt.title(title, fontsize=20)
 ...

```

При анализе каждой строки данных мы пытаемся извлечь дату, максимальную и минимальную температуру ❶. Если каких-либо данных не хватает, Python выдает ошибку `ValueError`, а мы обрабатываем ее — выводим сообщение с датой, для которой отсутствуют данные ❷. После вывода ошибки цикл продолжает обработку следующей порции данных. Если все данные, относящиеся к некоторой дате, прочитаны без ошибок, выполняется блок `else`, а данные присоединяются к соответствующим спискам ❸. Так как на диаграмме отображается информация для нового места, заголовок изменяется, и в него включается название места ❹.



**Рис. 16.6.** Максимальная и минимальная температура в Долине Смерти

При выполнении `highs_lows.py` мы видим, что данные отсутствуют только для одной даты:

```
2014-02-16 missing data
```

Полученная диаграмма изображена на рис. 16.6.

Сравнивая эту диаграмму с диаграммой для Ситки, мы видим, что в Долине Смерти теплей, чем на юго-востоке Аляски (как и следовало ожидать), но при этом температурный диапазон в пустыне более широкий. Высота закрашенной области наглядно демонстрирует этот факт.

Во многих наборах данных, с которыми вы будете работать, будут встречаться отсутствующие, неправильно отформатированные или некорректные данные. В таких ситуациях воспользуйтесь теми инструментами, которые вы освоили в первой половине книги. В данном примере для обработки отсутствующих данных использовался блок `try-except-else`. Иногда команда `continue` используется для пропуска части данных, или же данные удаляются после извлечения вызовом `remove()` или `del`. Используйте любое работающее решение — лишь бы в результате у вас получилась осмысленная, точная визуализация.

### УПРАЖНЕНИЯ

16-1. Сан-Франциско: к какому месту ближе температура в Сан-Франциско: к Ситке или Долине Смерти? Постройте температурную диаграмму для Сан-Франциско и сравните. (Погодные данные практически для любого места можно загрузить по адресу <http://www.wunderground.com/history/>. Введите название места и диапазон дат, прокрутите страницу и найдите ссылку Comma-Delimited File. Щелкните правой кнопкой мыши на ссылке и сохраните данные в файле CSV.)

16-2. Сравнение Ситки с Долиной Смерти: разные масштабы температур отражают разные диапазоны данных. Чтобы точно сравнить температурный диапазон в Ситке с температурным диапазоном Долины Смерти, необходимо установить одинаковый масштаб по оси *у*. Измените параметры оси *у* для одной или обеих диаграмм на рис. 16.5 и 16.6 и проведите прямое сравнение температурных диапазонов в этих двух местах (или любых других, которые вас интересуют). Также можно попробовать нанести два набора данных на одну диаграмму.

16-3. Осадки: выберите любое место и постройте диаграмму с уровнем осадков. Для начала ограничьтесь данными за один месяц, а когда ваш код заработает, выполните программу для данных за полный год.

16-4. Исследования: постройте еще несколько визуализаций, отражающих любые другие аспекты погоды для интересующих вас мест.

## Формат JSON

В этом разделе мы загрузим данные о странах в формате JSON и будем работать с ними при помощи модуля `json`. Используя удобные средства Pygal для работы с географическими данными, мы построим визуализации, отражающие распределение населения по странам.

### Загрузка демографических данных

Скопируйте файл `population_data.json`, содержащий данные о численности населения большинства стран мира с 1960 по 2010 год, в каталог с программами этой главы.

Информация взята из многочисленных наборов данных, бесплатно публикуемых фондом Open Knowledge Foundation (<http://data.okfn.org/>).

## Извлечение необходимых данных

Взглянем на файл population\_data.json и попробуем понять, как взяться за обработку данных файла:

```
population_data.json
[
 {
 "Country Name": "Arab World",
 "Country Code": "ARB",
 "Year": "1960",
 "Value": "96388069"
 },
 {
 "Country Name": "Arab World",
 "Country Code": "ARB",
 "Year": "1961",
 "Value": "98882541.4"
 },
 ...
]
```

Фактически перед нами один длинный список Python. Каждый элемент списка представляет собой словарь с четырьмя ключами: название страны (**Country Name**), код страны (**Country Code**), год (**Year**) и значение (**Value**), представляющее численность населения. В нашей программе будут использоваться названия стран и численность населения только за 2010 год, поэтому для начала напишем программу, которая выводит только эту информацию:

```
world_population.py
import json

Список заполняется данными.
filename = 'population_data.json'
with open(filename) as f:
❶ pop_data = json.load(f)

 # Вывод населения каждой страны за 2010 год.
❷ for pop_dict in pop_data:
❸ if pop_dict['Year'] == '2010':
❹ country_name = pop_dict['Country Name']
 population = pop_dict['Value']
 print(country_name + ": " + population)
```

Сначала программа импортирует модуль `json`, чтобы иметь возможность загружать данные из файла. Загруженные данные сохраняются в списке `pop_data` ❶. Функция `json.load()` преобразует данные в формат, с которым может работать Python: в данном случае это список. В точке ❷ создается цикл, перебирающий все элементы

`pop_data`. Каждый элемент представляет собой словарь с четырьмя парами «ключ—значение», который сохраняется в переменной `pop_dict`.

В точке ❸ ключ `'Year'` каждого словаря проверяется на значение 2010. (Так как все значения `population_data.json` заключены в кавычки, выполняется сравнение строк.) Если словарь относится к 2010 году, то значение, связанное с ключом `'Country Name'`, сохраняется в переменной `country_name`, а значение, связанное с ключом `'Value'`, сохраняется в переменной `population` ❹. Затем программа выводит название каждой страны и ее население.

Программа выводит последовательность названий стран и численности их населения:

```
Arab World: 357868000
Caribbean small states: 6880000
East Asia & Pacific (all income levels): 2201536674
...
Zimbabwe: 12571000
```

Не все данные включают точные названия стран, но это неплохое начало для дальнейшей работы. Теперь данные необходимо преобразовать в формат, с которым может работать Pygal.

## Преобразование строк в числовые значения

Все ключи и значения в `population_data.json` хранятся в строковом формате. Чтобы работать с данными численности населения, необходимо преобразовать строковые значения в числа. Для этого в программе используется функция `int()`:

```
world_population.py
...
for pop_dict in pop_data:
 if pop_dict['Year'] == '2010':
 country_name = pop_dict['Country Name']
❶ population = int(pop_dict['Value'])
❷ print(country_name + ": " + str(population))
```

После преобразования ❶ все данные численности населения хранятся в числовом формате. При выводе численность населения должна быть преобразована в строку ❷. Впрочем, для некоторых значений это изменение приводит к ошибке:

```
Arab World: 357868000
Caribbean small states: 6880000
East Asia & Pacific (all income levels): 2201536674
...
Traceback (most recent call last):
 File "print_populations.py", line 12, in <module>
 population = int(pop_dict['Value'])
❶ ValueError: invalid literal for int() with base 10:
 '1127437398.85751'
```

Необработанные данные часто форматируются непоследовательно, поэтому ошибки в них встречаются достаточно часто. В данном случае ошибка происходит

дит из-за того, что Python не может преобразовать строку с дробным значением '1127437398.85751' в целое число ❶. (Вероятно, дробное значение было получено в результате интерполяции в те годы, в которые перепись населения не производилась.) Чтобы решить эту проблему, мы сначала преобразуем строку в вещественное число, а затем преобразуем вещественное число в целое:

```
world_population.py
...
for pop_dict in pop_data:
 if pop_dict['Year'] == '2010':
 country = pop_dict['Country Name']
 population = int(float(pop_dict['Value']))
 print(country + ": " + str(population))
```

Функция `float()` преобразует строку в целое число, а функция `int()` отсекает дробную часть и возвращает целое число. Теперь можно вывести полный набор данных численности населения за 2010 год без ошибок:

```
Arab World: 357868000
Caribbean small states: 6880000
East Asia & Pacific (all income levels): 2201536674
...
Zimbabwe: 12571000
```

Каждая строка успешно преобразуется сначала в вещественное, а затем в целое число. Обратите внимание: данные хранятся в числовом формате, чтобы их можно было использовать для построения карты распределения населения.

## Получение кодов стран

Прежде чем переходить к построению карты, необходимо разобраться еще с одним аспектом данных. Инструментарий Pygal для работы с географическими картами ожидает получить данные в четко определенном формате: страны должны задаваться кодами стран, а численность населения — значениями. Существует несколько стандартных наборов кодов стран, часто применяемых при работе с geopolитическими данными; коды, включенные в `population_data.json`, состоят из трех букв, но Pygal использует систему с двухбуквенными кодами. Нужно найти способ получения двухбуквенных кодов стран по их названиям.

Коды стран Pygal хранятся в модуле `i18n` (сокращение от «internationalization»). В словаре `COUNTRIES` двухбуквенные коды стран являются ключами, а названия стран — значениями. Чтобы просмотреть коды, импортируйте словарь из модуля `i18n` и выведите его ключи и значения:

```
countries.py
from pygal.i18n import COUNTRIES
❶ for country_code in sorted(COUNTRIES.keys()):
 print(country_code, COUNTRIES[country_code])
```

В цикле `for` ключи сортируются в алфавитном порядке ❶. Затем программа выводит каждый код страны и страну, с которой этот код связан:

```
ad Andorra
ae United Arab Emirates
af Afghanistan
...
zw Zimbabwe
```

Напишем функцию, которая перебирает COUNTRIES и возвращает коды стран. Функция будет размещаться в отдельном модуле с именем `country_codes`, чтобы ее можно было позднее импортировать в программу визуализации:

```
country_codes.py
from pygal.i18n import COUNTRIES
❶ def get_country_code(country_name):
 """Возвращает для заданной страны ее код Pygal, состоящий из 2 букв."""
❷ for code, name in COUNTRIES.items():
❸ if name == country_name:
 return code
 # Если страна не найдена, вернуть None.
❹ return None

print(get_country_code('Andorra'))
print(get_country_code('United Arab Emirates'))
print(get_country_code('Afghanistan'))
```

Название страны передается функции `get_country_code()` и сохраняется в параметре `country_name` ❶. Затем программа перебирает пары «код—название» в `COUNTRIES` ❷. Если название страны будет найдено, функция возвращает код страны ❸, а если нет — после цикла добавляется строка, возвращающая `None` ❹. Наконец, программа передает названия трех стран для проверки функции. Как и ожидалось, программа выводит три двухбуквенных кода:

```
ad
ae
af
```

Прежде чем переходить к использованию функции, удалите три команды `print` из `country_codes.py`.

Затем функция `get_country_code()` импортируется в `world_population.py`:

```
world_population.py
import json

from country_codes import get_country_code
...

Вывод населения каждой страны за 2010 год.
for pop_dict in pop_data:
 if pop_dict['Year'] == '2010':
 country_name = pop_dict['Country Name']
 population = int(float(pop_dict['Value']))
❶ code = get_country_code(country_name)
 if code:
❷ print(code + ": " + str(population))
```

---

```
❸ else:
 print('ERROR - ' + country_name)
```

После извлечения названия и населения в `code` сохраняется код страны — или `None`, если код недоступен ❶. Если код получен, то код и население страны выводятся командой `print` ❷. Если код недоступен, выводится сообщение об ошибке с названием страны, для которого не удалось найти код ❸. Запустите программу, и вы увидите коды стран с населением и несколько сообщений об ошибках:

```
ERROR - Arab World
ERROR - Caribbean small states
ERROR - East Asia & Pacific (all income levels)
...
af: 34385000
al: 3205000
dz: 35468000
...
ERROR - Yemen, Rep.
zm: 12927000
zw: 12571000
```

Ошибки происходят по двум причинам. Во-первых, классификация в наборе данных не всегда осуществляется по странам; часть статистики относится к регионам или экономическим группам. Во-вторых, в части статистики используется другая запись полных названий стран (`Yemen, Rep.` вместо `Yemen`). Пока опустим данные стран, вызывающие ошибки, и посмотрим, как будет выглядеть карта с успешно прочитанными данными.

## Построение карты мира

С имеющимися кодами стран карта мира строится легко и просто. В `Pygal` поддерживается тип диаграммы `Worldmap`, упрощающий работу с географическими наборами данных. В качестве примера использования `Worldmap` мы создадим простую карту с данными по Северной, Центральной и Южной Америке:

```
americas.py
import pygal

❶ wm = pygal.Worldmap()
wm.title = 'North, Central, and South America'

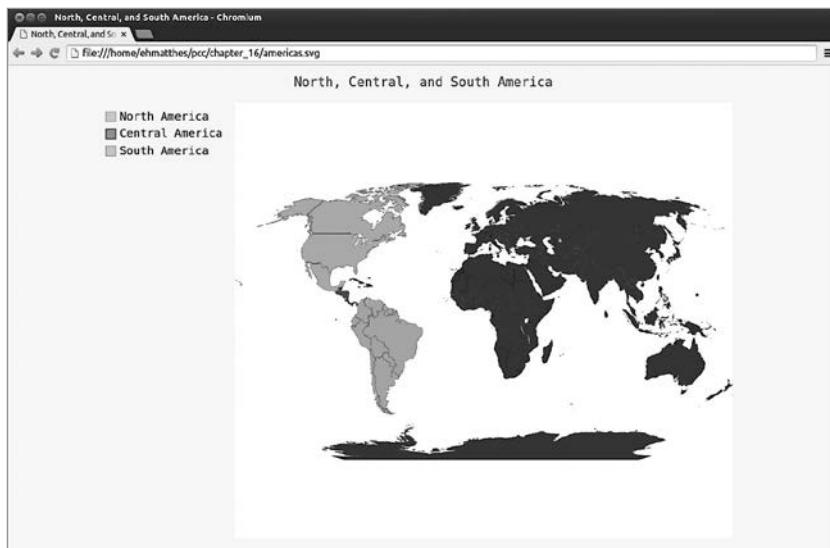
❷ wm.add('North America', ['ca', 'mx', 'us'])
wm.add('Central America', ['bz', 'cr', 'gt', 'hn', 'ni', 'pa', 'sv'])
wm.add('South America', ['ar', 'bo', 'br', 'cl', 'co', 'ec', 'gf',
 'gy', 'pe', 'py', 'sr', 'uy', 've'])

❸ wm.render_to_file('americas.svg')
```

В точке ❶ мы создаем экземпляр класса `Worldmap` и задаем атрибут `title` объекта карты. В точке ❷ используется метод `add()`, который получает метку и список кодов стран, на которых вы хотите сосредоточиться. Каждый вызов `add()` создает новый цвет для набора стран и добавляет этот цвет в список условных обозначений

в левой части диаграммы с заданным текстом. Весь регион Северной Америки будет представлен одним цветом, поэтому мы включаем коды 'ca', 'mx' и 'us' в список, передаваемый первому вызову `add()`, для единого представления на карте Канады, Мексики и Соединенных Штатов. Затем то же самое делается для стран Центральной и Южной Америки.

Метод `render_to_file()` в точке ❸ создает файл `.svg` с диаграммой; вы можете открыть этот файл в своем браузере. На полученной карте Северная, Центральная и Южная Америка выделены другими цветами (рис. 16.7).



**Рис. 16.7.** Простой экземпляр диаграммы `Worldmap`

Теперь вы знаете, как создать карту с цветными областями, условные обозначения и аккуратные метки. Добавим на карту данные для вывода информации о стране.

## Нанесение числовых данных на карту мира

Чтобы потренироваться с нанесением числовых данных на карту, создайте карту с населением трех стран Северной Америки:

```
na_populations.py
import pygal
wm = pygal.Worldmap()
wm.title = 'Populations of Countries in North America'
❸ wm.add('North America', {'ca': 34126000, 'us': 309349000, 'mx':
 113423000})
wm.render_to_file('na_populations.svg')
```



**Рис. 16.8.** Численность населения стран Северной Америки

Сначала мы создаем экземпляр `Worldmap` и назначаем заголовок. Далее снова следует вызов `add()`, но на этот раз во втором аргументе передается словарь вместо списка **❶**. Словарь содержит двухбуквенные коды стран Pygal (ключи) и численность населения (значения). Pygal автоматически использует числа для окраски стран от светлых (менее населенные) до темных (наиболее населенные). На рис. 16.8 показана полученная карта.

Эта карта интерактивна: если вы наведете указатель мыши на каждую страну, то увидите ее население. Добавим на карту побольше данных.

## Построение полной карты населения

Чтобы нанести на карту данные численности населения для других стран, обработанные ранее данные необходимо преобразовать в формат словаря Pygal: с двухбуквенными кодами стран и численностью населения, образующими пары «ключ—значение». Добавьте следующий код в `world_population.py`:

```
world_population.py
import json

import pygal

from country_codes import get_country_code

Список заполняется данными.
...
Построение словаря с данными численности населения.
```

```

❶ cc_populations = {}
for pop_dict in pop_data:
 if pop_dict['Year'] == '2010':
 country = pop_dict['Country Name']
 population = int(float(pop_dict['Value']))
 code = get_country_code(country)
 if code:
❷ cc_populations[code] = population

❸ wm = pygal.Worldmap()
wm.title = 'World Population in 2010, by Country'
❹ wm.add('2010', cc_populations)

wm.render_to_file('world_population.svg')

```

Сначала импортируется модуль `pygal`. В точке ❶ создается пустой словарь для хранения кодов стран и численности населения в формате, принятом Pygal. В точке ❷ для полученных кодов строится очередной элемент словаря `cc_populations`; ключом пары становится код страны, а значением — численность населения. Также из программы удаляются все команды `print`.

Мы создаем экземпляр `Worldmap` и задаем его атрибут `title` ❸. При вызове `add()` передается словарь с кодами стран и значениями численности населения ❹.

На рис. 16.9 изображена полученная карта.

Несколько стран, для которых данные отсутствуют, окрашены в черный цвет, но большинство стран раскрашено в соответствии с размером населения. Проблемой отсутствующих данных мы займемся позднее в этой главе, а сначала приведем тон закраски в соответствие с населением стран. В настоящее время на карте слишком



**Рис. 16.9.** Численность мирового населения в 2010 году

много стран окрашено в светлые тона, а стран с темной окраской всего две. Кон-траст между большинством стран попросту недостаточен для того, чтобы зритель мог понять, в какой стране больше или меньше население. Чтобы решить эту про-блему, мы сгруппируем страны по уровням населения и окрасим каждую группу по отдельности.

## Группировка стран по населению

Китай и Индия по численности населения опережают все остальные страны, по-этому нашей карте не хватает контраста. И в Китае, и в Индии проживает свыше миллиарда человек, тогда как в следующей по численности населения стране — Соединенных Штатах — население составляет около 300 миллионов. Вместо того чтобы наносить на диаграмму все страны в одной группе, разделим страны на три уровня населения: менее 10 миллионов, от 10 миллионов до 1 миллиарда и более 1 миллиарда:

```
world_population.py
...
Построение словаря с данными численности населения.
cc_populations = {}
for pop_dict in pop_data:
 if pop_dict['Year'] == '2010':
 --snip--
 if code:
 cc_populations[code] = population

Группировка стран по 3 уровням населения.
❶ cc_pops_1, cc_pops_2, cc_pops_3 = {}, {}, {}
❷ for cc, pop in cc_populations.items():
 if pop < 10000000:
 cc_pops_1[cc] = pop
 elif pop < 1000000000:
 cc_pops_2[cc] = pop
 else:
 cc_pops_3[cc] = pop

Проверка количества стран на каждом уровне.
❸ print(len(cc_pops_1), len(cc_pops_2), len(cc_pops_3))

wm = pygal.Worldmap()
wm.title = 'World Population in 2010, by Country'
x wm.add('0-10m', cc_pops_1)
wm.add('10m-1bn', cc_pops_2)
wm.add('>1bn', cc_pops_3)

wm.render_to_file('world_population.svg')
```

Чтобы сгруппировать страны, мы создаем пустой словарь для каждой категории ❶. Затем программа перебирает `cc_populations` и проверяет население каждой стра-ны ❷. Блок `if-elif-else` добавляет элемент в соответствующий словарь (`cc_pops_1`, `cc_pops_2` или `cc_pops_3`) для каждой пары «код страны—население».



**Рис. 16.10.** Численность мирового населения в 2010 году

В точке ❸ выводится длина каждого слова в строке для определения размеров групп. При нанесении данных на диаграмму ❹ все три группы добавляются на диаграмму `Worldmap`. При запуске программы сначала выводятся размеры всех групп:

```
85 69 2
```

Вывод показывает, что существуют 85 стран с населением менее 10 миллионов, 69 стран с населением от 10 миллионов до 1 миллиарда и две особые страны с населением свыше 1 миллиарда. Разбиение получается достаточно равномерным для получения содержательной карты. Полученная карта изображена на рис. 16.10. Три разных цвета помогают подчеркнуть различия между уровнями населения. В каждом из трех уровней страны окрашиваются от светлого к темному оттенку в соответствии с ростом численности населения.

## Оформление карты мира в Pygal

Группировка стран на карте работает эффективно, но цвета по умолчанию выбираются довольно странно: например, в нашем примере Pygal выбирает схему с ярко-розовым и зеленым цветом. Директивы оформления Pygal помогут решить проблему с цветами.

В новой версии мы снова прикажем Pygal использовать один базовый цвет, но на этот раз выберем цвет и применим более выразительные оттенки для трех групп численности населения:

```
world_population.py
import json
```

```

import pygal
❶ from pygal.style import RotateStyle
...
Группировка стран по 3 уровням населения.
cc_pops_1, cc_pops_2, cc_pops_3 = {}, {}, {}
for cc, pop in cc_populations.items():
 if pop < 10000000:
 ...
❷ wm_style = RotateStyle('#336699')
❸ wm = pygal.Worldmap(style=wm_style)
wm.title = 'World Population in 2010, by Country'
...

```

Стили Pygal хранятся в модуле `style`, из которого программа импортирует стиль `RotateStyle` ❶. Этот класс получает один аргумент — цвет RGB в шестнадцатеричном формате ❷. Затем Pygal выбирает цвета каждой группы на основании переданного цвета. Цвет в *шести дц теричном форм те* представляет собой строку из символа решетки (#), за которым следуют шесть символов: первые два представляют красную составляющую цвета, следующие два — зеленую и последние два — синюю. Значения составляющих лежат в диапазоне от 00 (нулевая интенсивность) до FF (максимальная интенсивность). В Интернете можно легко найти приложение для экспериментов с цветами и получения соответствующих значений RGB. Цвет, используемый в данном случае (#336699), содержит немного красного (33), чуть больше зеленого (66) и еще больше синего (99). В результате `RotateStyle` назначается светло-синий базовый цвет для выполнения дальнейших операций. `RotateStyle` возвращает объект стиля, который сохраняется в переменной `wm_style`. Чтобы использовать объект стиля, передайте его в именованном аргументе при создании экземпляра `Worldmap` ❸. На рис. 16.11 изображена обновленная диаграмма.



**Рис. 16.11.** Три уровня численности населения в общей цветовой теме

Стилевое оформление придает карте целостный внешний вид с хорошо различимыми группами.

## Осветление темы

По умолчанию Pygal использует темные темы оформления. Для печати я осветлил стиль своих диаграмм при помощи класса `LightColorizedStyle`. Этот класс изменяет общую тему оформления диаграммы, включая фон и метки, а также цвета отдельных стран. Чтобы использовать его, сначала необходимо импортировать стиль:

```
from pygal.style import LightColorizedStyle
```

Затем вы сможете использовать `LightColorizedStyle` в программе:

```
wm_style = LightColorizedStyle
```

Однако этот класс не позволяет напрямую управлять используемым цветом, поэтому Pygal выбирает базовый цвет по умолчанию. Чтобы назначить цвет, используйте `LightColorizedStyle` в качестве базового стиля для `RotateStyle`. Импортируйте `LightColorizedStyle` и `RotateStyle`:

```
from pygal.style import LightColorizedStyle, RotateStyle
```

Создайте стиль с использованием `RotateStyle`, но передайте дополнительный аргумент `base_style`:

```
wm_style = RotateStyle('#336699', base_style=LightColorizedStyle)
```

В результате для карты используется светлая общая тема, но цвета стран выбираются на основе цвета, переданного в аргументе. При использовании этого стиля ваши диаграммы будут больше похожи на снимки экрана на иллюстрациях.

Пока вы экспериментируете с поиском стилевых директив, хорошо подходящих для тех или иных визуализаций, попробуйте использовать псевдонимы в командах `import`:

```
from pygal.style import LightColorizedStyle as LCS, RotateStyle as RS
```

Определения стилей с псевдонимами получаются более короткими:

```
wm_style = RS('#336699', base_style=LCS)
```

Как видите, даже небольшой набор стилевых директив открывает широкие возможности для управления внешним видом диаграмм и карт в Pygal.

### УПРАЖНЕНИЯ

16-5. Все страны: на картах, построенных в этом разделе, наша программа не смогла автоматически найти двухбуквенные коды примерно для 12 стран. Определите, что это за страны, и найдите коды в словаре `COUNTRIES`. Добавьте блок `if-elif` в `get_country_code()`, чтобы функция возвращала правильные коды для этих конкретных стран:

```
if country_name == 'Yemen, Rep.'
 return 'ye'
elif ...
```

Разместите этот код после цикла COUNTRIES, но перед командой return None. Когда это будет сделано, карта станет более полной.

16-6. Валовый внутренний продукт: Фонд Open Knowledge Foundation предоставляет набор данных с величиной валового внутреннего продукта (ВВП) по каждой стране мира; его можно загрузить по адресу <http://data.okfn.org/data/core/gdp/>. Загрузите версию этого набора данных в формате JSON и нанесите на карту ВВП каждой страны мира за самый последний год в наборе данных.

16-7. Выберите данные самостоятельно: Всемирный банк предоставляет различные наборы данных, разбитые по странам. Откройте страницу <http://data.worldbank.org/indicator/> и найдите набор данных, который покажется вам интересным. Щелкните на наборе данных, щелкните по ссылке Download Data и выберите формат CSV. Вы получите три файла CSV, два из которых снабжены пометкой Metadata; используйте третий файл CSV. Напишите программу для генерирования словаря; ключами словаря являются двухбуквенные коды стран Pygal, а значениями — выбранные вами данные из файла. Нанесите данные на диаграмму Worldmap и оформите карту на свое усмотрение.

16-8. Тестирование модуля country\_codes: во время разработки модуля country\_codes мы использовали команды print для проверки работоспособности функции get\_country\_code(). Напишите нормальный тест для этой функции, используя информацию из главы 11.

## Итоги

В этой главе вы научились работать с сетевыми наборами данных. Вы узнали, как обрабатывать файлы CSV и JSON и как извлечь данные, на которых вы хотите сосредоточиться. Используя реальные погодные данные, вы освоили новые возможности работы с библиотекой matplotlib, включая использование модуля datetime и возможность нанесения нескольких наборов данных на одну диаграмму. Вы узнали, как нанести данные на карту мира с использованием Pygal и как изменить оформление карт и диаграмм Pygal.

С накоплением опыта работы с файлами CSV и JSON вы сможете обрабатывать практически любые данные, которые вам потребуется проанализировать. Многие сетевые наборы данных могут загружаться хотя бы в одном из этих форматов. После работы с этими форматами вам также будет проще усвоить другие форматы данных.

В следующей главе вы напишете программы для автоматического сбора данных из сетевых источников, а затем создадите визуализации этих данных. Это занятие весьма интересное, если вы рассматриваете программирование как увлечение, и абсолютно необходимое, если вы занимаетесь программированием профессионально.

# 17

## Работа с API

В этой главе вы научитесь писать специализированные программы для построения визуализаций на основании загруженных ими данных. Ваша программа будет использовать программный интерфейс (API) веб-приложения для автоматического запроса конкретной информации с сайта (вместо целых страниц). Полученная информация будет использоваться для построения визуализации. Так как программы, написанные по такой схеме, всегда используют самые свежие данные для построения визуализации, даже при быстро изменяющихся данных полученная диаграмма всегда будет оставаться актуальной.

### Использование API веб-приложений

API веб-приложения представляет собой часть веб-сайта, предназначенную для взаимодействия с программами, которые используют особым образом построенные URL-адреса для запроса информации. Подобные запросы называются *вызовами API*. Запрашиваемые данные возвращаются в удобном формате (например, JSON или CSV). Многие приложения, зависящие от внешних источников данных (как приложения, интегрирующиеся с сайтами социальных сетей), используют вызовы API.

### Git и GitHub

Наша визуализация будет построена на базе информации с GitHub — сайта, организующего совместную работу программистов над проектами. Мы воспользуемся API GitHub для запроса информации о проектах Python и последующего построения интерактивной визуализации относительной популярности этих проектов в Pygal.

Имя GitHub (<https://github.com/>) происходит от Git — распределенной системы управления версиями, которая позволяет программистам совместно трудиться над проектами. Пользователи Git управляют своим индивидуальным вкладом в проект, чтобы изменения, вносимые одним человеком, не конфликтовали с изменениями, вносимыми другими людьми. Когда вы реализуете новую возможность в проекте, Git отслеживает изменения, внесенные в каждый файл. Если новый код успешно работает, вы з *крепляете* внесенные изменения, и Git записывает новое состояние проекта. Если же вы допустили ошибку и хотите отменить внесенные изменения, Git позволяет легко вернуться к любому из предыдущих рабочих состояний.

(За дополнительной информацией об управлении версиями с использованием Git обращайтесь к приложению Г.) Проекты GitHub хранятся в *репозиториях*, содержащих все ресурсы, связанные с проектом: код, информацию о других участниках, все проблемы или отчеты об ошибках и т. д.

Если проект нравится пользователям GitHub, то пользователи могут «поставить звезду», чтобы продемонстрировать свою поддержку и следить за проектами, которые могут им пригодиться. В этой главе мы напишем программу для автоматической загрузки информации о проектах Python с наибольшим количеством звезд на GitHub, а затем построим содержательную визуализацию таких проектов.

## Запрос данных с использованием вызовов API

GitHub поддерживает API (программный интерфейс) для запроса разнообразной информации посредством вызовов API. Чтобы понять, как выглядит вызов API, введите следующий адрес в адресной строке своего браузера и нажмите Enter:

<https://api.github.com/search/repositories?q=language:python&sort=stars>

Этот вызов возвращает количество проектов Python, размещенных на GitHub в настоящее время, а также информацию о самых популярных репозиториях Python. Рассмотрим вызов подробнее: первая часть <https://api.github.com/> передает запрос части сайта GitHub, отвечающей на вызовы API. Следующая часть, *search/repositories*, приказывает API провести поиск по всем репозиториям в GitHub.

Вопросительный знак после *repositories* означает, что мы собираемся передать аргумент. Символ *q* обозначает запрос (Query), а знак равенства начинает определение запроса (*q=*). Выражение *language:python* указывает, что запрашивается информация только по репозиториям, для которых основным языком указан Python. Завершающая часть, *&sort=stars*, сортирует проекты по количеству присвоенных им звезд.

В следующем фрагменте приведены несколько начальных строк ответа. Вероятно, по виду ответа вы уже поняли, что этот URL-адрес не предназначен для обычных пользователей.

```
{
 "total_count": 713062,
 "incomplete_results": false,
 "items": [
 {
 "id": 3544424,
 "name": "httpie",
 "full_name": "jkbrzt/httpie",
 ...
]}
```

Как видно из второй строки вывода, на момент написания книги на GitHub было найдено 713 062 проектов Python. Значение *"incomplete\_results"* равно *false*, а значит, запрос был обработан успешно (информация не является неполной). Если бы у GitHub возникли проблемы с полной обработкой запроса API, то в этом поле было бы возвращено значение *true*. Возвращаемые данные отображаются в списке *"items"* с информацией о самых популярных проектах Python на GitHub.

## Установка пакета requests

Пакет `requests` предоставляет удобные средства для запроса информации с сайтов из программ Python и анализа полученных ответов. Чтобы установить `requests`, введите команду следующего вида:

```
$ pip install --user requests
```

Если вы еще не использовали `pip`, обратитесь к разделу «Установка пакетов Python с использованием `pip`» на с. 227. (Возможно, вам придется использовать другую версию команды в зависимости от конфигурации системы.)

## Обработка ответа API

Теперь мы напишем программу, которая выдает вызов API для поиска на Github проектов Python с наибольшим количеством звезд:

```
python_repos.py
❶ import requests

❷ # Создание вызова API и сохранение ответа.
❸ url = 'https://api.github.com/search/repositories?q=language:python
 &sort=stars'
❹ r = requests.get(url)
❺ print("Status code:", r.status_code)

❻ # Сохранение ответа API в переменной.
❼ response_dict = r.json()

❾ # Обработка результатов.
print(response_dict.keys())
```

В точке ❶ импортируется модуль `requests`. В точке ❷ URL-адрес вызова API сохраняется в переменной, после чего модуль `requests` используется для вызова ❸. Мы вызываем метод `get()` и передаем ему URL, а объект ответа сохраняется в переменной `r`. Объект ответа содержит атрибут `status_code`, в котором хранится признак успешного выполнения запроса. (Код 200 — признак успешного ответа.) В точке ❹ программа выводит значение `status_code`, чтобы вы могли убедиться в том, что вызов был обработан успешно.

API возвращает информацию в формате JSON, поэтому в программе используется метод `json()` ❼ для преобразования информации в словарь Python. Полученный словарь сохраняется в переменной `response_dict`.

Наконец, программа выводит ключи словаря `response_dict`, и мы видим следующее:

```
Status code: 200
dict_keys(['items', 'total_count', 'incomplete_results'])
```

Код статуса 200 означает, что запрос был обработан успешно. Словарь ответа содержит всего три ключа: `'items'`, `'total_count'` и `'incomplete_results'`.

**ПРИМЕЧАНИЕ**

Подобные простые вызовы должны возвращать полный набор результатов, поэтому значение, связанное с 'incomplete\_results', можно достаточно безопасно игнорировать. Но, если ваша программа выдает более сложные вызовы API, обязательно проверяйте это значение.

## Работа со словарем ответа

Итак, полученная при вызове API информация хранится в словаре, и мы можем заняться работой с данными. Для начала построим сводку с обобщенными сведениями — это позволит убедиться в том, что вызов вернул ожидаемую информацию, и перейти к анализу интересующих данных.

```
python_repos.py
import requests

Создание вызова API и сохранение ответа.
url = 'https://api.github.com/search/repositories?q=language:python&sort=stars'
r = requests.get(url)
print("Status code:", r.status_code)

Сохранение ответа API в переменной.
response_dict = r.json()
❶ print("Total repositories:", response_dict['total_count'])

❷ # Анализ информации о репозиториях.
repo_dicts = response_dict['items']
print("Repositories returned:", len(repo_dicts))

❸ # Анализ первого репозитория.
repo_dict = repo_dicts[0]
❹ print("\nKeys:", len(repo_dict))
❺ for key in sorted(repo_dict.keys()):
 print(key)
```

В точке ❶ выводится значение, связанное с 'total\_count', которое представляет общее количество репозиториев Python в GitHub.

Значение, связанное с 'items', представляет собой список со словарями, каждый из которых содержит данные об одном репозитории Python. В точке ❷ этот список словарей сохраняется в `repo_dicts`. Затем программа выводит длину `repo_dicts`, чтобы пользователь видел, по какому количеству репозиториев имеется информация.

Чтобы получить первое представление об информации, возвращенной по каждому репозиторию, программа извлекает первый элемент из `repo_dicts` и сохраняет его в `repo_dict` ❸. Затем программа выводит количество ключей в словаре — это значение определяет объем доступной информации ❹. В точке ❺ выводятся все ключи словаря; по ним можно понять, какая информация включена в ответ.

Из сводки начинает вырисовываться более четкая картина полученных данных:

```
Status code: 200
Total repositories: 713062
```

```
Repositories returned: 30
```

```
❶ Keys: 68
archive_url
assignees_url
blobs_url
...
url
watchers
watchers_count
```

API GitHub возвращает подробную информацию о каждом репозитории: в `repo_dict` 68 ключей ❶. Просмотр ключей дает представление о том, какую информацию можно извлечь о проекте. (Чтобы узнать, какую информацию можно получить через API, следует либо прочитать документацию, либо проанализировать информацию в коде, как мы и поступаем.)

Прочитаем значения некоторых ключей `repo_dict`:

```
python_repos.py
...
Анализ информации о репозиториях.
repo_dicts = response_dict['items']
print("Repositories returned:", len(repo_dicts))

Анализ первого репозитория.
repo_dict = repo_dicts[0]

print("\nSelected information about first repository:")
❶ print('Name:', repo_dict['name'])
❷ print('Owner:', repo_dict['owner']['login'])
❸ print('Stars:', repo_dict['stargazers_count'])
print('Repository:', repo_dict['html_url'])
❹ print('Created:', repo_dict['created_at'])
❺ print('Updated:', repo_dict['updated_at'])
print('Description:', repo_dict['description'])
```

В программе выводятся значения, связанные с некоторыми ключами словаря первого репозитория. В точке ❶ выводится имя проекта. Владельца проекта представляет целый словарь, поэтому в точке ❷ ключ `owner` используется для обращения к словарю, представляющему владельца, после чего ключ `login` используется для получения регистрационного имени владельца. В точке ❸ выводится количество звезд, заработанных проектом, и URL репозитория GitHub проекта. Далее выводится дата создания ❹ и последнего обновления репозитория ❺. В завершение выводится описание репозитория; вывод должен выглядеть примерно так:

```
Status code: 200
Total repositories: 713065
Repositories returned: 30

Selected information about first repository:
Name: httpie
Owner: jkbrzt
Stars: 16101
```

```
Repository: https://github.com/jkbrzt/httpie
Created: 2012-02-25T12:39:13Z
Updated: 2015-07-13T14:56:41Z
Description: CLI HTTP client; user-friendly cURL replacement featuring
intuitive UI, JSON support, syntax highlighting, wget-like downloads,
extensions, etc.
```

Из вывода видно, что на момент написания книги самым «звездным» проектом Python на GitHub был проект HTTPPie, владельцем которого является пользователь jkbrzt, и звезды этот проект получил более чем от 16 000 пользователей GitHub. Мы видим URL репозитория проекта, дату создания (февраль 2012 г.) и то, что проект недавно обновлялся. Наконец, из описания следует, что HTTPPie помогает выдавать вызовы HTTP из терминала (CLI — сокращение от «Command Line Interface», то есть «интерфейс командной строки»).

## Сводка самых популярных репозиториев

При построении визуализации этих данных на диаграмму необходимо нанести более одного репозитория. Напишем цикл для вывода информации о каждом репозитории, возвращаемом вызовом API, чтобы все эти репозитории можно было включить в визуализацию:

```
python_repos.py
...
Анализ информации о репозиториях.
repo_dicts = response_dict['items']
print("Repositories returned:", len(repo_dicts))
❶ print("\nSelected information about each repository:")
❷ for repo_dict in repo_dicts:
 print('\nName:', repo_dict['name'])
 print('Owner:', repo_dict['owner']['login'])
 print('Stars:', repo_dict['stargazers_count'])
 print('Repository:', repo_dict['html_url'])
 print('Description:', repo_dict['description'])
```

В точке ❶ выводится приветственное сообщение. В точке ❷ перебираются все словари в `repo_dicts`. Внутри цикла выводится имя каждого проекта, его владелец, количество звезд, URL на GitHub и краткое описание проекта:

```
Status code: 200
Total repositories: 713067
Repositories returned: 30

Selected information about each repository:

Name: httpie
Owner: jkbrzt
Stars: 16101
Repository: https://github.com/jkbrzt/httpie
Description: CLI HTTP client; user-friendly cURL replacement featuring
intuitive UI, JSON support, syntax highlighting, wget-like downloads,
extensions, etc.
```

```
Name: django
Owner: django
Stars: 15028
Repository: https://github.com/django/django
Description: The Web framework for perfectionists with deadlines.
...

Name: powerline
Owner: powerline
Stars: 4315
Repository: https://github.com/powerline/powerline
Description: Powerline is a statusline plugin for vim, and provides
statuslines and prompts for several other applications, including zsh, bash,
tmux, IPython, Awesome and Qtile.
```

В этих результатах встречаются интересные проекты; возможно, вам стоит просмотреться к некоторым из них... Но не увлекайтесь, потому что мы собираемся создать визуализацию, которая существенно упростит чтение результатов.

## Проверка ограничений частоты обращений API

Многие API ограничивают частоту обращений; иначе говоря, существует предел для количества запросов в определенный промежуток времени. Чтобы узнать, не приближаетесь ли вы к ограничениям GitHub, введите в браузере адрес [https://api.github.com/rate\\_limit](https://api.github.com/rate_limit). Вы получите ответ, который выглядит примерно так:

```
{
 "resources": {
 "core": {
 "limit": 60,
 "remaining": 58,
 "reset": 1426082320
 },
 ① "search": {
 ② "limit": 10,
 ③ "remaining": 8,
 ④ "reset": 1426078803
 },
 "rate": {
 "limit": 60,
 "remaining": 58,
 "reset": 1426082320
 }
 }
}
```

В этих данных нас интересует частота обращений для поискового API ①. В точке ② видно, что предельная частота составляет 10 запросов в минуту и что на текущую минуту осталось еще 8 запросов ③. Значение `reset` представляет *Unix-время*, или *эпох льное время* (число секунд, прошедших с полуночи 1 января 1970 года) момента, когда произойдет сброс квоты ④. При достижении предельного количества обращений вы получите короткий ответ, уведомляющий о достижении предела API. Если вы достигнете предела, просто подождите, пока квота будет сброшена.

**ПРИМЕЧАНИЕ**

Многие API требуют регистрации и получения ключа API для совершения вызовов. На момент написания для GitHub такого требования не было, но, если вы получите ключ API, предельная частота обращений для ваших программ значительно увеличится.

## Визуализация репозиториев с использованием Pygal

Теперь, с появлением интересных данных, мы построим визуализацию, демонстрирующую относительную популярность проектов Python в GitHub. Мы построим интерактивную столбцовую диаграмму: высота каждого столбца будет представлять количество звезд у проекта. Щелчок на столбце будет открывать домашнюю страницу проекта на GitHub. Первая попытка выглядит так:

```
python_repos.py
import requests
import pygal
from pygal.style import LightColorizedStyle as LCS, LightenStyle as LS

Создание вызова API и сохранение ответа.
URL = 'https://api.github.com/search/repositories?q=language:python&sort=star'
r = requests.get(URL)
print("Status code:", r.status_code)

Сохранение ответа API в переменной.
response_dict = r.json()
print("Total repositories:", response_dict['total_count'])

Анализ информации о репозиториях.
repo_dicts = response_dict['items']

❶ names, stars = [], []
❷ for repo_dict in repo_dicts:
 names.append(repo_dict['name'])
 stars.append(repo_dict['stargazers_count'])

Построение визуализации.
❸ my_style = LS('#333366', base_style=LCS)
❹ chart = pygal.Bar(style=my_style, x_label_rotation=45, show_
 legend=False)
chart.title = 'Most-Starred Python Projects on GitHub'
chart.x_labels = names

❺ chart.add('', stars)
chart.render_to_file('python_repos.svg')
```

Сначала импортируется модуль `pygal` и стили `Pygal`, необходимые для оформления диаграммы. Затем выводится статус ответа на вызов API и общее количество обнаруженных репозиториев, чтобы мы сразу узнали о возможной проблеме с вызовом API. Информация о конкретных возвращенных проектах уже не выводится, потому что эта информация будет включена в визуализацию.

В точке ❶ создаются два пустых списка для хранения данных, включаемых в диаграмму. Нам понадобится имя каждого проекта (для пометки столбцов) и количе-

ство звезд, определяющее высоту столбцов. В цикле имя каждого проекта и количество звезд присоединяются к соответствующему списку ②.

Затем программа определяет стиль с использованием класса `LightenStyle` (псевдоним `LS`) на базе темного оттенка синего цвета ③. Также передается аргумент `base_style` для использования класса `LightColorizedStyle` (псевдоним `LCS`). Метод `Bar()` создает простую столбцовую диаграмму, которой передается стиль `my_style` ④. Также передаются еще два стилевых аргумента: метки поворачиваются под 45 градусов к оси  $x$  (`x_label_rotation=45`), а условные обозначения скрываются, потому что на диаграмму наносится только одна серия данных (`show_legend=False`). Затем назначается заголовок диаграммы, а атрибуту `x_labels` присваивается список `names`.

Так как метки для этой серии данных не нужны, при добавлении данных ⑤ вместо метки передается пустая строка. Полученная диаграмма изображена на рис. 17.1. Мы видим, что несколько первых проектов существенно популярнее остальных, но все эти проекты занимают важное место в экосистеме Python.

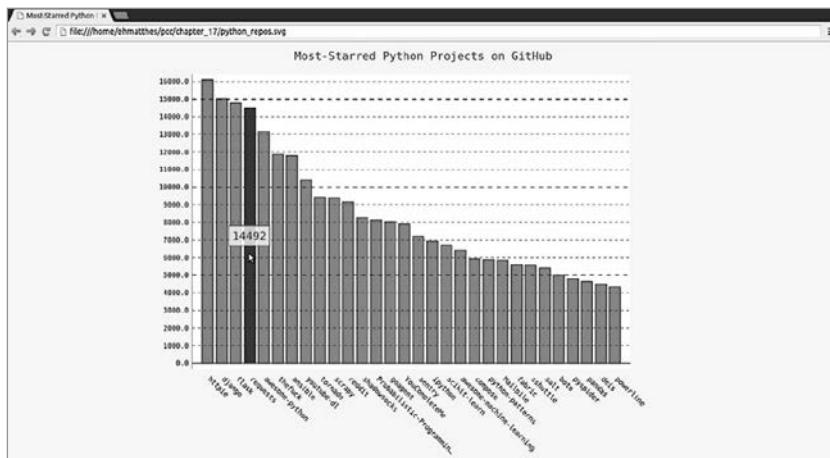


Рис. 17.1. Проекты Python на GitHub с наибольшим количеством звезд

## Доработка диаграмм Pygal

Немного доработаем стилевое оформление диаграммы. Мы собираемся внести несколько разных настроек, поэтому для начала слегка изменим структуру кода: создадим конфигурационный объект, который содержит все настройки, передаваемые `Bar()`:

```
python_repos.py
...
Построение визуализации.
my_style = LS('#333366', base_style=LCS)
❶ my_config = pygal.Config()
```

```

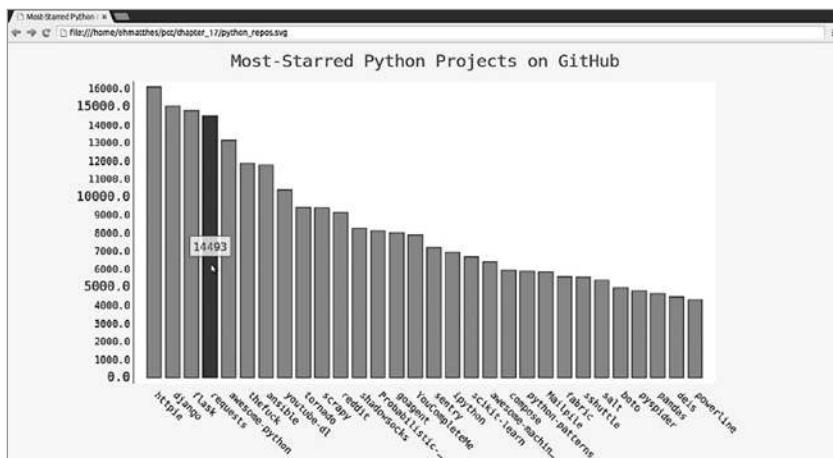
❶ my_config = pygal.Config()
❷ my_config.x_label_rotation = 45
 my_config.show_legend = False
❸ my_config.title_font_size = 24
 my_config.label_font_size = 14
 my_config.major_label_font_size = 18
❹ my_config.truncate_label = 15
❺ my_config.show_y_guides = False
❻ my_config.width = 1000
❼ chart = pygal.Bar(my_config, style=my_style)
 chart.title = 'Most-Starred Python Projects on GitHub'
 chart.x_labels = names

 chart.add('', stars)
 chart.render_to_file('python_repos.svg')

```

В точке ❶ создается экземпляр класса Pygal Config с именем `my_config`; изменение атрибутов `my_config` приведет к изменению внешнего вида диаграммы. Мы задаем два атрибута `x_label_rotation` и `show_legend` ❷, которые ранее передавались в виде именованных аргументов при создании экземпляра `Bar`. В точке ❸ назначаются размеры шрифта для заголовка диаграммы, дополнительных и основных меток. К дополнительным меткам на этой диаграмме относятся имена проектов по оси *x* и большинство чисел по оси *y*. Основными метками являются только метки оси *y* для делений, кратных 5000 звездам. Эти метки должны быть более крупными, поэтому мы назначаем им другой размер шрифта. В точке ❹ атрибут `truncate_label` используется для сокращения длинных имен проектов до 15 символов. (Если навести указатель мыши на сокращенное имя проекта, на экране появляется подсказка с полным именем.) Затем мы скрываем горизонтальные линии на графике, задавая атрибуту `show_y_guides` значение `False` ❺. Наконец, в точке ❻ назначается ширина диаграммы для более эффективного использования доступного места в браузере.

Теперь при создании экземпляра `Bar` ❼ мы передаем `my_config` в первом аргументе; таким образом, один аргумент передает сразу все настройки конфигурации.



**Рис. 17.2.** Диаграмма с улучшенным оформлением

При желании в `my_config` можно внести сколько угодно стилевых и конфигурационных изменений; строка `❷` от этого не изменится. На рис. 17.2 изображена диаграмма с измененным оформлением.

## Добавление подсказок

В Pygal при наведении указателя мыши на отдельный столбец отображается информация, которую этот столбец представляет. В текущей версии экранная `подск` `зк` (`tooltip`) отображает количество звезд проекта. Давайте создадим нестандартную подсказку, которая также будет выводить описание каждого проекта.

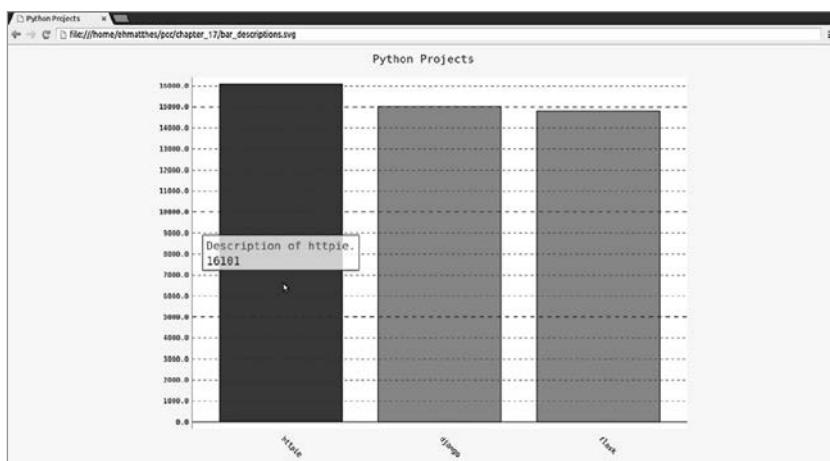
Рассмотрим короткий пример, в котором каждый из первых трех проектов выводится отдельно, с передачей нестандартных меток для каждого столбца. Для этого методу `add()` следует передавать список словарей вместо списка значений:

```
bar_descriptions.py
import pygal
from pygal.style import LightColorizedStyle as LCS, LightenStyle as LS

my_style = LS('#3333366', base_style=LCS)
chart = pygal.Bar(style=my_style, x_label_rotation=45, show_legend=False)
chart.title = 'Python Projects'
chart.x_labels = ['httpie', 'django', 'flask']

❶ plot_dicts = [
❷ {'value': 16101, 'label': 'Description of httpie.'},
 {'value': 15028, 'label': 'Description of django.'},
 {'value': 14798, 'label': 'Description of flask.'},
]

❸ chart.add('', plot_dicts)
chart.render_to_file('bar_descriptions.svg')
```



**Рис. 17.3.** С каждым столбцом связывается нестандартная подсказка

В точке ❶ определяется список с именем `plot_dicts`, который содержит три словаря: для проекта HTTPie, для проекта Django и для проекта Flask. Каждый словарь содержит два ключа: `'value'` и `'label'`. Pygal использует число, связанное с `'value'`, для определения высоты каждого столбца, а строка, связанная с `'label'`, используется для создания подсказки столбца. Например, первый словарь ❷ создаст столбец, представляющий проект с 16 101 звездой, а в его подсказке будет содержаться текст *Description of httpie*.

Метод `add()` должен получать строку и список. При вызове `add()` передается список словарей, представляющих столбцы (`plot_dicts`) ❸. Одна из подсказок изображена на рис. 17.3. Pygal включает количество звезд как подсказку по умолчанию в дополнение к нестандартной подсказке, которую мы определили в программе.

## Нанесение данных на диаграмму

Чтобы построить диаграмму с данными, мы сгенерируем `plot_dicts` автоматически для 30 проектов, возвращенных вызовом API.

```
python_repos.py
...
Анализ информации о репозиториях.
repo_dicts = response_dict['items']
print("Number of items:", len(repo_dicts))

❶ names, plot_dicts = [], []
for repo_dict in repo_dicts:
 names.append(repo_dict['name'])

❷ plot_dict = {
 'value': repo_dict['stargazers_count'],
 'label': repo_dict['description'],
 }
❸ plot_dicts.append(plot_dict)

Построение визуализации.
my_style = LS('#333366', base_style=LCS)
...
❹ chart.add('', plot_dicts)
chart.render_to_file('python_repos.svg')
```

В точке ❶ создаются два пустых списка, `names` и `plot_dicts`. Список `names` все еще необходим для построения меток оси *x*.

Внутри цикла для каждого проекта создается словарь `plot_dict` ❷. В нем количество звезд сохраняется с ключом `'value'`, а описание проекта — с ключом `'label'`. Затем словарь `plot_dict` каждого проекта присоединяется к `plot_dicts` ❸. В точке ❹ список `plot_dicts` передается `add()`. Полученная диаграмма изображена на рис. 17.4.

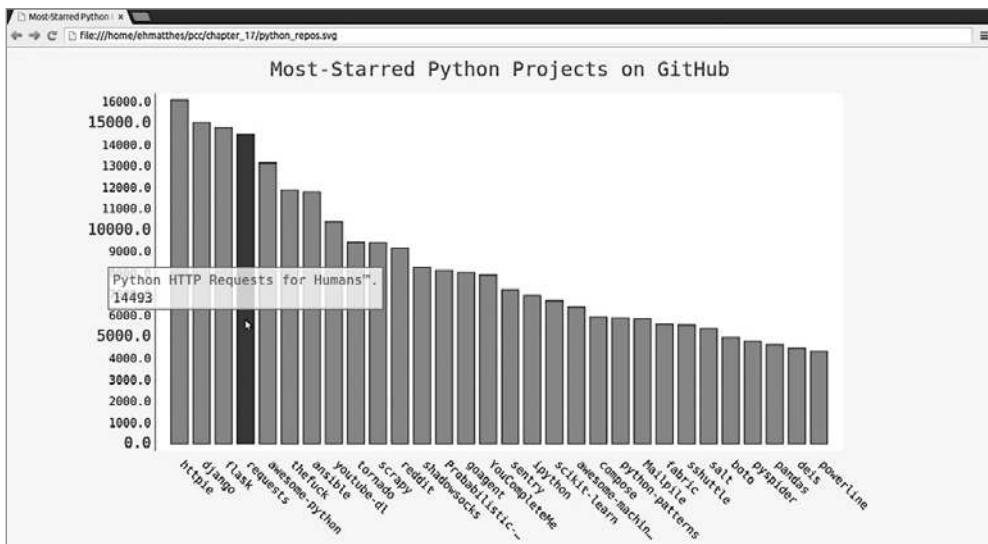


Рис. 17.4. При наведении указателя мыши на столбец появляется описание проекта

## Добавление активных ссылок на диаграмму

Pygal также позволяет использовать каждый столбец диаграммы как ссылку на сайт. Чтобы реализовать эту возможность, достаточно добавить всего одну строку кода, в которой используется словарь, создаваемый для каждого проекта. В словарь `plot_dict` каждого проекта добавляется новая пара «ключ—значение» с ключом `'xlink'`:

```
python_repos.py
...
names, plot_dicts = [], []
for repo_dict in repo_dicts:
 names.append(repo_dict['name'])

 plot_dict = {
 'value': repo_dict['stargazers_count'],
 'label': repo_dict['description'],
 'xlink': repo_dict['html_url'],
 }
 plot_dicts.append(plot_dict)
...
```

Pygal использует URL-адрес, связанный с `'xlink'`, для преобразования каждого столбца в активную ссылку. Если щелкнуть на любом столбце диаграммы, в браузере автоматически открывается новая вкладка со страницей GitHub соответствующего проекта. Итак, мы создали интерактивную, содержательную визуализацию данных, загруженных через API!

## API Hacker News

Чтобы познакомиться с использованием вызовов API для других сайтов, мы обратимся к сайту Hacker News (<http://news.ycombinator.com/>). На этом сайте пользователи делятся друг с другом статьями, посвященными программированию и технологиям, а также активно обсуждают эти статьи. API сайта Hacker News предоставляет доступ ко всем статьям и комментариям на сайте, а для его использования не требуется регистрация с получением ключа.

Следующий вызов возвращает информацию о текущей самой популярной статье (на момент написания книги):

```
https://hacker-news.firebaseio.com/v0/item/9884165.json
```

Ответ представляет собой словарь с информацией о статье с идентификатором 9884165:

```
{
❶ 'url': 'http://www.bbc.co.uk/news/science-environment-33524589',
 'type': 'story',
❷ 'title': 'New Horizons: Nasa spacecraft speeds past Pluto',
❸ 'descendants': 141,
 'score': 230,
 'time': 1436875181,
 'text': '',
 'by': 'nns',
 'id': 9884165,
❹ 'kids': [9884723, 9885099, 9884789, 9885604, 9885844]
}
```

Словарь содержит ряд ключей, которые могут нам пригодиться, — например, 'url' ❶ и 'title' ❷. Ключ 'descendants' содержит количество комментариев, полученных статьей ❸. Ключ 'kids' предоставляет идентификаторы всех *дочерних* комментариев, сделанных непосредственно в ответ на эту статью ❹. У каждого из этих комментариев могут быть свои дочерние комментарии, так что количество потомков у статьи может быть больше количества дочерних комментариев.

Создадим вызов API для получения идентификаторов статей, наиболее популярных на Hacker News, а затем рассмотрим каждую из этих статей:

```
hn_submissions.py
import requests

from operator import itemgetter

Создание вызова API и сохранение ответа.
❶ url = 'https://hacker-news.firebaseio.com/v0/topstories.json'
r = requests.get(url)
print("Status code:", r.status_code)

Обработка информации о каждой статье.
❷ submission_ids = r.json()
❸ submission_dicts = []
for submission_id in submission_ids[:30]:
```

```

Создание отдельного вызова API для каждой статьи.
❶ url = ('https://hacker-news.firebaseio.com/v0/item/' +
 str(submission_id) + '.json')
submission_r = requests.get(url)
print(submission_r.status_code)
response_dict = submission_r.json()

❷ submission_dict = {
 'title': response_dict['title'],
 'link': 'http://news.ycombinator.com/item?id=' + str(submission_id),
 'comments': response_dict.get('descendants', 0)
}
submission_dicts.append(submission_dict)

❸ submission_dicts = sorted(submission_dicts,
 key=itemgetter('comments'),
 reverse=True)
❹ for submission_dict in submission_dicts:
 print("\nTitle:", submission_dict['title'])
 print("Discussion link:", submission_dict['link'])
 print("Comments:", submission_dict['comments'])

```

Сначала программа создает вызов API и выводит статус ответа ❶. Этот вызов API возвращает список идентификаторов 500 самых популярных статей на Hacker News на момент выдачи вызова. Текст ответа преобразуется в список Python ❷, который сохраняется в переменной `submission_ids`. Идентификаторы будут использованы для построения набора словарей, каждый из которых содержит информацию об одной из текущих статей.

В точке ❸ создается пустой список с именем `submission_dicts` для хранения словарей. Далее программа перебирает идентификаторы 30 самых популярных статей и выдаст новый вызов API для каждой статьи, генерируя URL с текущим значением `submission_id` ❹. Также выводится статус каждого запроса, чтобы мы могли проверить, успешно ли он был обработан.

В точке ❺ создается словарь для текущей обрабатываемой статьи, в котором сохраняется заголовок статьи и ссылка на страницу с ее обсуждением. В точке ❻ сохраняется количество комментариев в словаре. Если статья еще не имеет комментариев, ключ `'descendants'` отсутствует. Если вы не уверены, существует ли ключ в словаре, используйте метод `dict.get()`, который возвращает значение, связанное с ключом (если он существует), или значение, заданное вами (если ключ не существует), — 0 в данном примере. Наконец, словарь `submission_dict` присоединяется к списку `submission_dicts`.

Статьи Hacker News ранжируются по общей системе, основанной на нескольких факторах: сколько раз за статью голосовали, сколько комментариев она получила и давно ли была опубликована. Требуется отсортировать список словарей по количеству комментариев. Для этого мы используем функцию `itemgetter()` ❼ из модуля `operator`. Мы передаем этой функции ключ `'comments'`, а она извлекает значение, связанное с данным ключом, из каждого словаря в списке. Функция `sorted()` затем использует это значение для сортировки списка. Мы сортируем список в обратном порядке, чтобы публикации с наибольшим количеством комментариев оказались на первом месте.

После того как список будет отсортирован, мы перебираем элементы ❸ и выводим для каждой из самых популярных статей три атрибута: заголовок, ссылку на страницу обсуждения и текущее количество комментариев:

```
Status code: 200
200
200
200
...
Title: Firefox deactivates Flash by default
Discussion link: http://news.ycombinator.com/item?id=9883246
Comments: 231

Title: New Horizons: Nasa spacecraft speeds past Pluto
Discussion link: http://news.ycombinator.com/item?id=9884165
Comments: 142

Title: Iran Nuclear Deal Is Reached With World Powers
Discussion link: http://news.ycombinator.com/item?id=9884005
Comments: 141

Title: Match Group Buys PlentyOfFish for $575M
Discussion link: http://news.ycombinator.com/item?id=9884417
Comments: 75

Title: Our Nexus 4 devices are about to explode
Discussion link: http://news.ycombinator.com/item?id=9885625
Comments: 14
...
```

Аналогичный процесс применяется для обращения и анализа информации из любого API. С такими данными вы сможете построить визуализацию, показывающую, какие публикации вызывали наиболее активные обсуждения в последнее время.

## УПРАЖНЕНИЯ

17-1. Другие языки: измените вызов API в программе `python_repos.py` так, чтобы на диаграмме отображались самые популярные проекты на других языках. Попробуйте такие языки, как JavaScript, Ruby, C, Java, Perl, Haskell и Go.

17-2. Активные обсуждения: на основании данных из `hn_submissions.py` постройте столбцовую диаграмму самых активных обсуждений, проходящих на Hacker News. Высота каждого столбца должна соответствовать количеству комментариев к каждой статье. Метка столбца должна включать заголовок статьи, а сам столбец должен служить ссылкой на страницу обсуждения этой публикации.

17-3. Тестирование `python_repos.py`: в `python_repos.py` для проверки успешности вызова API выводится значение `status_code`. Напишите программу `test_python_repos.py`, которая использует модуль `unittest` для проверки того, что значение `status_code` равно 200. Придумайте другие условия, которые могут проверяться при тестировании, — например, что количество возвращаемых элементов совпадает с ожидаемым, а общее количество репозиториев превышает некоторый порог.

## ИТОГИ

В этой главе вы узнали, как использовать API для написания программ, автоматически собирающих необходимые данные и использующих полученную информацию для создания визуализации. Мы использовали GitHub API для получения информации о самых популярных проектах Python на GitHub, а также в общих чертах рассмотрели API Hacker News. Вы узнали, как с помощью пакета requests автоматически выдать вызов API к GitHub и как обработать результаты этого вызова. Также были описаны некоторые средства конфигурации Pygal, позволяющие выполнить дополнительную настройку внешнего вида создаваемых диаграмм.

В последнем проекте мы используем Django для построения веб-приложения.

---

# Проект 3

## Веб-приложения

---

# 18 Знакомство с Django

Современные веб-сайты в действительности представляют собой многофункциональные приложения, достаточно близкие к полноценным приложениям для настольных систем. Python содержит богатый набор инструментов для построения веб-приложений. В этой главе вы научитесь использовать Django (<http://djangoproject.com/>) для построения проекта Learning Log — сетевой журнальной системы для отслеживания информации, полученной вами по определенной теме.

Мы напишем спецификацию для этого проекта, а затем определим модели для данных, с которыми будет работать приложение. Мы воспользуемся административной системой Django для ввода некоторых начальных данных, а затем научимся писать представления и шаблоны, на базе которых Django будет строить страницы нашего сайта.

Django представляет собой веб-инфраструктуру — набор инструментов для построения интерактивных веб-сайтов. Django может реагировать на запросы страниц, упрощает чтение и запись информации в базы данных, управление пользователями и многие другие операции. В главах 19 и 20 мы доработаем проект Learning Log, а затем развернем его на сервере, чтобы вы (и ваши друзья) могли использовать их.

## Подготовка к созданию проекта

В начале работы над проектом необходимо описать проект в *спецификции*. Затем вы создадите виртуальную среду для построения проекта.

## Написание спецификации

В полной спецификации описываются цели проекта, его функциональность, а также внешний вид и интерфейс пользователя. Как и любой хороший проект или бизнес-план, спецификация должна сосредоточиться на самых важных аспектах и обеспечивать планомерную разработку проекта. Здесь мы не будем писать полную спецификацию, а сформулируем несколько четких целей, которые будут задавать направление процесса разработки. Вот как выглядит спецификация:

Мы напишем веб-приложение с именем Learning Log, при помощи которого пользователь сможет вести журнал интересующих его тем и создавать записи в журнале во время изучения каждой темы. Домашняя страница Learning Log содержит описание сайта и приглашает пользователя зарегистрироваться либо ввести свои учетные данные. После успешного входа пользователь получает

возможность создавать новые темы, добавлять новые записи, читать и редактировать существующие записи.

Во время изучения нового материала бывает полезно вести журнал того, что вы узнали, — записи пригодятся для контроля и возвращения к необходимой информации. Хорошее приложение повышает эффективность этого процесса.

## Создание виртуальной среды

Для работы с Django необходимо сначала создать виртуальную среду для работы. *Виртуальная среда* представляет собой подраздел системы, в котором вы можете устанавливать пакеты в изоляции от всех остальных пакетов Python. Отделение библиотек одного проекта от других проектов принесет пользу при развертывании Learning Log на сервере в главе 20.

Создайте для проекта новый каталог с именем `learning_log`, перейдите в этот каталог в терминальном режиме и создайте виртуальную среду. Если вы работаете в Python 3, то сможете создать виртуальную среду следующей командой:

```
learning_log$ python -m venv ll_env
learning_log$
```

Команда запускает модуль `venv` и использует его для создания виртуальной среды с именем `ll_env`. Если этот способ сработал, переходите к разделу «Активизация виртуальной среды» на с. 382. Если что-то не получилось, прочитайте следующий раздел — «Установка `virtualenv`».

## Установка `virtualenv`

Если вы используете более раннюю версию Python или ваша система не настроена для правильного использования модуля `venv`, установите пакет `virtualenv`. Установка `virtualenv` выполняется следующей командой:

```
$ pip install --user virtualenv
```

Возможно, вам придется использовать слегка измененную версию этой команды. (Если вы еще не использовали `pip`, обратитесь к разделу «Установка пакетов Python с использованием `pip`» на с. 227.)

### ПРИМЕЧАНИЕ

Если вы используете Linux, но этот способ не сработал, установите `virtualenv` при помощи менеджера пакетов своей системы. Например, в Ubuntu для установки `virtualenv` используется команда `sudo apt-get install python-virtualenv`.

Перейдите в каталог `learning_log` в терминальном окне и создайте виртуальную среду следующей командой:

```
learning_log$ virtualenv ll_env
New python executable in ll_env/bin/python
Installing setuptools, pip...done.
learning_log$
```

**ПРИМЕЧАНИЕ**

Если в вашей системе установлено несколько версий Python, укажите версию, которая должна использоваться virtualenv. Например, команда `virtualenv ll_env --python=python3` создаст виртуальную среду, которая использует Python 3.

## Активизация виртуальной среды

После того как виртуальная среда будет создана, ее необходимо активизировать следующей командой:

```
learning_log$ source ll_env/bin/activate
❶ (ll_env)learning_log$
```

Команда запускает сценарий `activate` из каталога `ll_env/bin`. Когда среда активизируется, ее имя выводится в круглых скобках ❶; теперь вы можете устанавливать пакеты в среде и использовать те пакеты, что были установлены ранее. Пакеты, установленные в `ll_env`, будут доступны только в то время, пока среда остается активной.

**ПРИМЕЧАНИЕ**

Если вы работаете в системе Windows, используйте команду `ll_env\Scripts\activate` (без слова `source`) для активизации виртуальной среды.

Чтобы завершить использование виртуальной среды, введите команду `deactivate`:

```
(ll_env)learning_log$ deactivate
learning_log$
```

Среда также становится неактивной при закрытии терминального окна, в котором она работает.

## Установка Django

После того как вы создали свою виртуальную среду и активизировали ее, установите Django:

```
(ll_env)learning_log$ pip install Django
Installing collected packages: Django
Successfully installed Django
Cleaning up...
(ll_env)learning_log$
```

Так как вы работаете в виртуальной среде, эта команда выглядит одинаково во всех системах. Использовать флаг `-user` не нужно, как и использовать более длинные команды вида `python -m pip install имя_пакета`.

Помните, что с Django можно работать только в то время, пока среда остается активной.

## Создание проекта в Django

Не выходя из активной виртуальной среды (пока `ll_env` выводится в круглых скобках), введите следующие команды для создания нового проекта:

```

❶ (11_env)learning_log$ django-admin.py startproject learning_log .
❷ (11_env)learning_log$ ls
 learning_log 11_env manage.py
❸ (11_env)learning_log$ ls learning_log
 __init__.py settings.py urls.py wsgi.py

```

Команда ❶ приказывает Django создать новый проект с именем `learning_log`. Точка в конце команды создает новый проект со структурой каталогов, которая упрощает развертывание приложения на сервере после завершения разработки.

### ПРИМЕЧАНИЕ

Не забывайте про точку, иначе у вас могут возникнуть проблемы с конфигурацией при развертывании приложения. А если вы все же забыли, удалите созданные файлы и папки (кроме `ll_env`) и снова выполните команду.

Команда `ls` (dir в Windows) ❷ показывает, что Django создает новый каталог с именем `learning_log`. Также создается файл `manage.py` — короткая программа, которая получает команды и передает их соответствующей части Django для выполнения. Мы используем эти команды для управления такими задачами, как работа с базами данных и запуск серверов.

В каталоге `learning_log` находятся четыре файла ❸, важнейшими из которых являются файлы `settings.py`, `urls.py` и `wsgi.py`. Файл `settings.py` определяет то, как Django взаимодействует с вашей системой и управляет вашим проектом. Мы изменим некоторые из существующих настроек и добавим несколько новых настроек в ходе разработки проекта. Файл `urls.py` сообщает Django, какие страницы следует строить в ответ на запросы браузера. Файл `wsgi.py` помогает Django предоставлять созданные файлы (имя файла является сокращением от «Web Server Gateway Interface»).

## Создание базы данных

Так как Django хранит большую часть информации, относящейся к проекту, в базе данных, необходимо создать базу данных, с которой Django сможет работать. Чтобы создать базу данных для проекта Learning Log, введите следующую команду (все еще не покидая активной среды):

```

(ll_env)learning_log$ python manage.py migrate
❶ Operations to perform:
 Synchronize unmigrated apps: messages, staticfiles
 Apply all migrations: contenttypes, sessions, auth, admin
 ...
 Applying sessions.0001_initial... OK
❷ (ll_env)learning_log$ ls
 db.sqlite3 learning_log ll_env manage.py

```

Каждое изменение базы данных называется *миграцией*. Первое выполнение команды `migrate` приказывает Django проверить, что база данных соответствует текущему состоянию проекта. Когда мы впервые выполняем эту команду в новом проекте с использованием SQLite (вскоре мы расскажем о SQLite более подробно), Django создает новую базу данных за нас. В точке ❶ Django сообщает о создании таблиц базы данных, необходимых для хранения информации, используемой в проекте

(`Synchronize unmigrated apps`), а затем проверяет, что структура базы данных соответствует текущему коду (`Apply all migrations`).

Выполнение команды `ls` показывает, что Django создает другой файл с именем `db.sqlite3` ❷. SQLite – база данных, работающая с одним файлом; она идеально подходит для написания простых приложений, потому что вам не нужно особенно следить за управлением базой данных.

## Просмотр проекта

Убедимся в том, что проект был создан правильно. Введите команду `runserver`:

```
(11_env)learning_log$ python manage.py runserver
Performing system checks...
❶ System check identified no issues (0 silenced).
July 15, 2015 - 06:23:51
❷ Django version 1.8.4, using settings 'learning_log.settings'
❸ Starting development server at http://127.0.0.1:8000/
Quit the server with CONTROL-C.
```

Django запускает сервер, чтобы вы могли просмотреть проект в своей системе и проверить, как он работает. Когда вы запрашиваете страницу, вводя URL в браузере, сервер Django отвечает на запрос; для этого он строит соответствующую страницу и отправляет страницу браузеру.

В точке ❶ Django проверяет правильность созданного проекта; в точке ❷ выводится версия Django и имя используемого файла настроек; в точке ❸ возвращается URL-адрес, по которому доступен проект. URL `http://127.0.0.1:8000/` означает, что проект ведет прослушивание запросов на порте 8000 локального хоста (localhost), то есть вашего компьютера. Термином «локальный хост» обозначается сервер, который обрабатывает только запросы вашей системы; он не позволяет никому другому просмотреть разрабатываемые страницы.

Теперь откройте браузер и введите URL `http://localhost:8000/` – или `http://127.0.0.1:8000/`, если первый адрес не работает. Вы увидите нечто похожее на рис. 18.1 – страницу, которую создает Django, чтобы сообщить вам, что все пока работает правильно. Пока не завершайте работу сервера (но, когда вы захотите прервать ее, это можно сделать нажатием клавиш `Ctrl+C`).

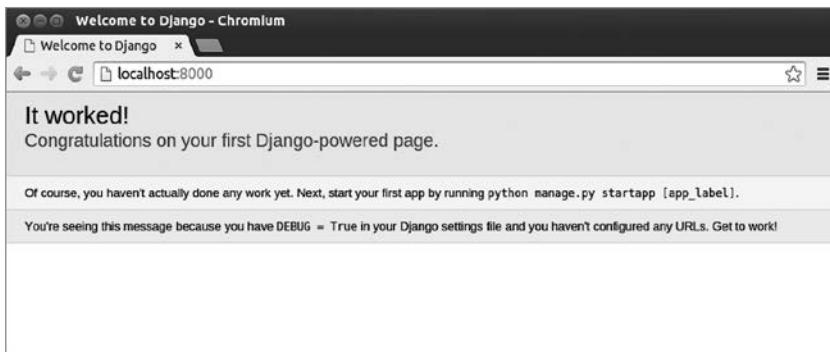
### ПРИМЕЧАНИЕ

Если вы получаете сообщение об ошибке «Порт уже используется», прикажите Django использовать другой порт; для этого введите команду `python manage.py runserver 8001` и продолжайте перебирать номера портов по возрастанию, пока не найдете открытый порт.

### УПРАЖНЕНИЯ

18-1. Новые проекты: чтобы лучше понять, что делает Django, постройте пару пустых проектов и посмотрите, что будет создано. Создайте новый каталог с простым именем типа `InstaBook` или `FaceGram` (за пределами каталога `learning_log`), перейдите в этот каталог в терминальном окне и создайте виртуальную среду. Установите Django и выполните команду `django-admin.py startproject instabook`. (обратите внимание на точку в конце команды).

Просмотрите файлы и каталоги, созданные командой, и сравните их с файлами и каталогами Learning Log. Проделайте это несколько раз, пока не начнете хорошо понимать, что именно создает Django при создании нового проекта, а затем удалите каталоги проектов.



**Рис. 18.1.** Пока все работает правильно

## Начало работы над приложением

Проект Django представляет собой группу отдельных приложений, совместная работа которых обеспечивает работу проекта в целом. Пока мы создадим одно приложение, которое будет выполнять большую часть работы в нашем проекте. Другое приложение для управления учетными записями пользователей будет добавлено в главе 19.

К этому моменту команда `runserver` должна продолжать работу в терминальном окне, которое вы открыли ранее. Откройте новое терминальное окно (или вкладку) и перейдите в каталог, содержащий `manage.py`. Активизируйте виртуальную среду и выполните команду `startapp`:

```
learning_log$ source ll_env/bin/activate
(ll_env)learning_log$ python manage.py startapp learning_logs
❶ (ll_env)learning_log$ ls
db.sqlite3 learning_log learning_logs ll_env manage.py
❷ (ll_env)learning_log$ ls learning_logs/
admin.py __init__.py migrations models.py tests.py views.py
```

Команда `startapp имя_приложения` приказывает Django создать инфраструктуру, необходимую для построения приложения. Заглянув сейчас в каталог проекта, вы найдете в нем новый подкаталог с именем `learning_logs` ❶. Откройте этот каталог, чтобы увидеть, какие файлы были созданы Django ❷. Самые важные файлы в этом каталоге — `models.py`, `admin.py` и `views.py`.

Мы воспользуемся файлом `models.py` для определения данных, которыми нужно управлять в нашем приложении. К файлам `admin.py` и `views.py` мы вернемся позднее.

## Определение моделей

Ненадолго задумаемся, какие данные нам понадобятся. Каждый пользователь создает набор тем в своем журнале. Каждая запись, которую он сделает, будет привязана к определенной теме, а записи будут выводиться в текстовом виде. Также необходимо хранить временную метку каждой записи, чтобы пользователь знал, когда эта запись была создана.

Откройте файл `models.py` и просмотрите его текущее содержимое:

```
models.py
from django.db import models

Создайте здесь свои модели.
```

Модуль с именем `models` импортируется автоматически, и нам предлагается создать свои модели. *Модель* сообщает Django, как работать с данными, которые будут храниться в приложении. С точки зрения кода модель представляет собой обычный класс; она содержит атрибуты и методы, как и все остальные классы, рассматривавшиеся нами ранее. Вот как выглядит модель тем обсуждения, которые будут сохраняться пользователями:

```
from django.db import models

class Topic(models.Model):
 """Тема, которую изучает пользователь"""
① text = models.CharField(max_length=200)
② date_added = models.DateTimeField(auto_now_add=True)
③ def __str__(self):
 """Возвращает строковое представление модели."""
 return self.text
```

Мы создали класс с именем `Topic`, наследующий от `Model` — родительского класса, включенного в Django и определяющего базовую функциональность модели. Класс `Topic` содержит всего два атрибута: `text` и `date_added`.

Атрибут `text` содержит данные `CharField` — блок данных, состоящий из символов, то есть текст ①. Атрибуты `CharField` могут использоваться для хранения небольших объемов текста: имен, заголовков, названий городов и т. д. При определении атрибута `CharField` необходимо сообщить Django, сколько места нужно зарезервировать для него в базе данных. В данном случае задается максимальная длина `max_length`, равная 200 символам; этого должно быть достаточно для хранения большинства имен тем.

Атрибут `date_added` содержит данные `DateTimeField` — блок данных для хранения даты и времени ②. Аргумент `auto_now=True` приказывает Django автоматически присвоить этому атрибуту текущую дату и время каждый раз, когда пользователь создает новую тему.

### ПРИМЕЧАНИЕ

Полный список всех полей, которые могут использоваться в модели, приведены в документе Django Model Field Reference по адресу <https://docs.djangoproject.com/en/1.8/ref/models/fields/>. Возможно,

вся эта информация вам сейчас не понадобится, но она будет в высшей степени полезной, когда вы начнете разрабатывать собственные приложения.

Необходимо сообщить Django, какой атрибут должен использоваться по умолчанию при вводе информации о теме. Django вызывает метод `__str__()` для вывода простого представления модели. Мы написали реализацию `__str__()`, которая возвращает строку, хранящуюся в атрибуте `text` ❸.

### ПРИМЕЧАНИЕ

Если вы используете Python 2.7, метод `__str__()` должен называться `__unicode__()`. Тело метода остается неизменным.

## Активизация моделей

Чтобы использовать модели, необходимо приказать Django включить приложение в общий проект. Откройте файл `settings.py` (из каталога `learning_log/learning_log`) и найдите в нем раздел, который сообщает Django, какие приложения установлены в проекте:

```
settings.py
...
INSTALLED_APPS = (
 'django.contrib.admin',
 'django.contrib.auth',
 'django.contrib.contenttypes',
 'django.contrib.sessions',
 'django.contrib.messages',
 'django.contrib.staticfiles',
)
...
...
```

Это обычный кортеж, который сообщает Django, какие приложения образуют проект. Добавьте наше приложение в этот кортеж; измените содержимое `INSTALLED_APPS`, чтобы оно выглядело так:

```
...
INSTALLED_APPS = (
...
 'django.contrib.staticfiles',

 # Мои приложения
 'learning_logs',
)
...
```

Группировка приложений в проекте упрощает управление ими по мере того, как проект растет, а количество приложений увеличивается. Здесь мы создаем раздел, который пока содержит только приложение `learning_logs`.

Затем необходимо приказать Django изменить базу данных для хранения информации, относящейся к модели `Topic`. В терминальном окне введите следующую команду:

```
(11_env)learning_log$ python manage.py makemigrations learning_logs
Migrations for 'learning_logs':
 0001_initial.py:
 - Create model Topic
(11_env)learning_log$
```

По команде `makemigrations` Django определяет, как изменить базу данных для хранения информации, связанной с новыми моделями. Из результатов видно, что Django создает файл миграции с именем `0001_initial.py`. Эта миграция создает в базе данных таблицу для модели `Topic`.

Теперь применим миграцию для автоматического изменения базы данных:

```
(11_env)learning_log$ python manage.py migrate
...
Running migrations:
 Rendering model states... DONE
❶ Applying learning_logs.0001_initial... OK
```

Большая часть вывода этой команды совпадает с выводом, полученным при первом выполнении команды `migrate`. Обратите внимание следует на строку ❶; здесь Django подтверждает, что применение миграции для `learning_logs` прошло успешно.

Каждый раз, когда вы захотите изменить данные, которыми управляет Learning Log, выполните эти три действия: внесите изменения в `models.py`, вызовите `makemigrations` для `learning_logs` и прикажите Django выполнить миграцию проекта (`migrate`).

## Административный сайт Django

Django позволяет легко работать с моделями, определенными для приложения, через *административный сайт*. Этот сайт используется администраторами сайта, а не рядовыми пользователями. В этом разделе мы создадим административный сайт и используем его для добавления некоторых тем через модель `Topic`.

### Создание суперпользователя

Django позволяет создать пользователя, обладающего полным набором привилегий на сайте; такой пользователь называется *суперпользователем*. Привилегии управляют действиями, которые разрешено выполнять пользователю. На самом жестком уровне привилегий пользователь может только читать общедоступную информацию на сайте. Зарегистрированным пользователям обычно предоставляется привилегия чтения своих приватных данных, а также избранной информации, доступной только для участников сообщества. Для эффективного администрирования веб-приложения владельцу сайта обычно должна быть доступна вся информация, хранящаяся на сайте. Хороший администратор внимательно относится к конфиденциальной информации пользователя, потому что пользователи доверяют тем приложениям, с которыми они работают.

Чтобы создать суперпользователя в Django, введите следующую команду и ответьте на запросы:

```
(11_env)learning_log$ python manage.py createsuperuser
❶ Username (leave blank to use 'ehmatthes'): 11_admin
❷ Email address:
❸ Password:
Password (again):
Superuser created successfully.
(11_env)learning_log$
```

При получении команды `createsuperuser` Django предлагает ввести имя пользователя, который является суперпользователем ❶. Здесь мы вводим имя `11_admin`, но вы можете ввести любое имя на свое усмотрение. Также можно ввести адрес электронной почты или оставить это поле пустым ❷. После этого следует дважды ввести пароль ❸.

## ПРИМЕЧАНИЕ

Часть конфиденциальной информации может быть скрыта от администраторов сайта. Например, Django на самом деле не сохраняет введенный пароль; вместо этого сохраняется хеш — специальная строка, построенная на основе пароля. И когда в будущем вы вводите пароль, Django снова хеширует введенные данные и сравнивает результат с хранимым хешем. Если два хеша совпадают, то проверка пройдена. Если же хакер в результате атаки получит доступ к базе данных сайта, он сможет прочитать только хранящийся в базе хеш, но не пароли. При правильной настройке сайта восстановить исходные пароли из хешей почти невозможно.

## Регистрация модели на административном сайте

Django добавляет некоторые модели (например, `User` и `Group`) на административный сайт автоматически, но модели, которые мы создали, придется регистрировать вручную.

При запуске приложения `learning_logs` Django создает файл `admin.py` в одном каталоге с `models.py`:

```
admin.py
from django.contrib import admin

Зарегистрируйте здесь ваши модели.
```

Чтобы зарегистрировать `Topic` на административном сайте, введите следующую команду:

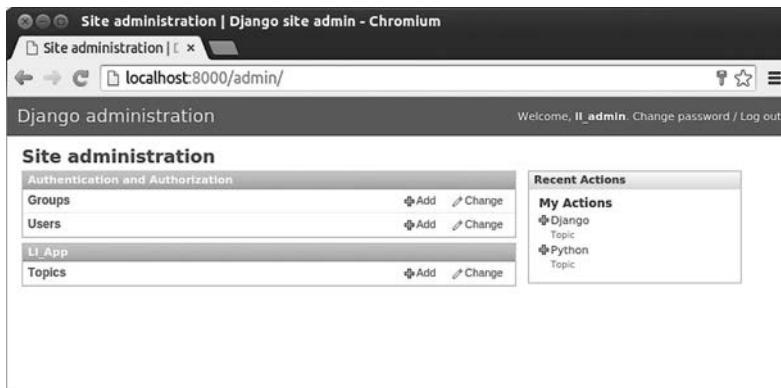
```
from django.contrib import admin
```

```
❶ from learning_logs.models import Topic
❷ admin.site.register(Topic)
```

Этот код импортирует модель `Topic` ❶, после чего использует вызов `admin.site.register()` ❷, регистрирующий модель для управления через административный сайт.

Теперь используйте учетную запись суперпользователя для входа на административный сайт. Введите адрес `http://localhost:8000/admin/`, введите имя пользователя и пароль для только что созданного суперпользователя, и вы увидите экран напоминание изображенного на рис. 18.2. На этой странице можно добавлять новых поль-

зователей и группы, а также вносить изменения в уже существующие настройки. Помимо этого можно работать с данными, связанными с только что определенной моделью `Topic`.



**Рис. 18.2.** Административный сайт с включением модели `Topic`

#### ПРИМЕЧАНИЕ

Если в браузере появляется сообщение о недоступности веб-страницы, убедитесь в том, что сервер Django работает в терминальном окне. Если сервер не работает, активизируйте виртуальную среду и снова введите команду `python manage.py runserver`.

#### Добавление тем

Когда модель `Topic` зарегистрирована на административном сайте, добавим первую тему. Щелкните на ссылке `Topics`, чтобы перейти к странице `Topics`; страница практически пуста, потому что еще нет ни одной темы для выполнения операций. Щелкните на ссылке `Add`; открывается форма для добавления новой темы. Введите в первом поле текст `Chess` и щелкните на ссылке `Save`. Вы возвращаетесь к административной странице `Topics`, на которой появляется только что созданная тема.

Создадим вторую тему, чтобы у вас было больше данных для работы. Снова щелкните на ссылке `Add` и создайте вторую тему `Rock Climbing`. Ссылка `Save` снова возвращает вас к основной странице `Topics`, где отображаются обе темы, `Chess` и `Rock Climbing`.

#### Определение модели `Entry`

Чтобы сохранить информацию о том, что вы узнали по этим двум темам, необходимо определить модель для записей, которые пользователь делает в своих журналах. Каждая запись должна ассоциироваться с конкретной темой. Такое отношение называется *отношением «многие-к-одному»*, поскольку многие записи могут быть связаны с одной темой.

Код модели `Entry` выглядит так:

```
models.py
from django.db import models

class Topic(models.Model):
 ...

❶ class Entry(models.Model):
 """Информация, изученная пользователем по теме"""
❷ topic = models.ForeignKey(Topic)
❸ text = models.TextField()
 date_added = models.DateTimeField(auto_now_add=True)

❹ class Meta:
 verbose_name_plural = 'entries'

 def __str__(self):
 """Возвращает строковое представление модели."""
❺ return self.text[:50] + "..."
```

Класс `Entry` наследует от базового класса `Model`, как и рассмотренный ранее класс `Topic` ❶. Первый атрибут, `topic`, является экземпляром `ForeignKey` ❷. Термин «внешний ключ» (foreign key) происходит из теории баз данных; внешний ключ содержит ссылку на другую запись в базе данных. Таким образом каждая запись связывается с конкретной темой. Каждой теме при создании присваивается ключ, или идентификатор. Если потребуется установить связь между двумя записями данных, Django использует ключ, связанный с каждым блоком информации. Вскоре мы используем такие связи для получения всех записей, связанных с заданной темой. Затем идет атрибут с именем `text`, который является экземпляром `TextField` ❸. Полю такого типа ограничение размера не требуется, потому что размер отдельных записей не ограничивается. Атрибут `date_added` позволяет отображать записи в порядке их создания и снабдить каждую запись временной меткой.

В точке ❹ класс `Meta` вкладывается в класс `Entry`. Класс `Meta` хранит дополнительную информацию по управлению моделью; в данном случае он позволяет задать специальный атрибут, который приказывает Django использовать форму множественного числа `Entries` при обращении более чем к одной записи. (Без этого Django будет использовать неправильную форму `Entry`.) Наконец, метод `__str__()` сообщает Django, какая информация должна отображаться при обращении к отдельным записям. Так как запись может быть достаточно длинным блоком текста, мы приказываем Django выводить только первые 50 символов ❺. Также добавляется многоточие — признак вывода неполного текста.

## Миграция модели `Entry`

Так как мы добавили новую модель, миграцию базы данных необходимо провести снова. Вскоре вы привыкнете к этому процессу: вы изменяете `models.py`, выполняете команду `python manage.py makemigrations имя_приложения`, а затем команду `python manage.py migrate`.

Проведите миграцию базы данных и проверьте вывод:

```
(11_env)learning_log$ python manage.py makemigrations learning_logs
Migrations for 'learning_logs':
① 0002_entry.py:
 - Create model Entry
(11_env)learning_log$ python manage.py migrate
Operations to perform:
...
② Applying learning_logs.0002_entry... OK
```

Команда генерирует новую миграцию с именем `0002_entry.py`, которая сообщает Django, как изменить базу данных для хранения информации, связанной с моделью `Entry` ①. При выдаче команды `migrate` Django подтверждает, что применение миграции прошло успешно ②.

## Регистрация Entry на административном сайте

Модель `Entry` тоже необходимо зарегистрировать. Файл `admin.py` должен выглядеть так:

```
admin.py
from django.contrib import admin

from learning_logs.models import Topic, Entry

admin.site.register(Topic)
admin.site.register(Entry)
```

Вернитесь на страницу `http://localhost/admin/`, и вы увидите раздел `Entries` в категории `learning_logs`. Щелкните на ссылке `Add` для `Entries` или щелкните на `Entries` и выберите вариант `Add`. На экране должен появиться раскрывающийся список для выбора темы, для которой создается запись, и текстовое поле для ввода записи. Выберите в раскрывающемся списке вариант `Chess` и добавьте запись. При выборе ссылки `Save` вы вернетесь к основной административной странице. Здесь проявляются преимущества использования формата `text[:50]` в качестве строкового представления каждой записи; работать с несколькими записями в административном интерфейсе намного удобнее, если вы видите только часть записи вместо ее полного текста.

Создайте вторую запись для темы `Chess` и одну запись для темы `Rock Climbing`, чтобы у нас были исходные данные для дальнейшей разработки Learning Log.

## Интерактивная оболочка Django

Введенные данные можно проанализировать на программном уровне в интерактивном терминальном сеансе. Эта интерактивная среда, называемая *оболочкой* (*shell*) Django, прекрасно подходит для тестирования и диагностики проекта. Пример сеанса в интерактивной оболочке:

```
(11_env)learning_log$ python manage.py shell
① >>> from learning_logs.models import Topic
>>> Topic.objects.all()
[<Topic: Chess>, <Topic: Rock Climbing>]
```

Команда `python manage.py shell` (выполняемая в активной виртуальной среде) запускает интерпретатор Python, который может использоваться для работы с информацией в базе данных проекта. В данном случае мы импортируем модель `Topic` из модуля `learning_logs.models` ❶. Затем метод `Topic.objects.all()` используется для получения всех экземпляров модели `Topic`; возвращаемый список называется *итоговым набором* (`queryset`).

Содержимое итогового набора перебирается точно так же, как и содержимое списка. Например, просмотр идентификаторов, назначенных каждому объекту темы, выполняется так:

```
>>> topics = Topic.objects.all()
>>> for topic in topics:
... print(topic.id, topic)
...
1 Chess
2 Rock Climbing
```

Итоговый набор сохраняется в `topics`, после чего выводится атрибут `id` каждого объекта `topic` и его строковое представление. Мы видим, что теме `Chess` присвоен идентификатор 1, а `Rock Climbing` присвоен идентификатор 2.

Зная идентификатор конкретного объекта, можно получить этот объект и проанализировать содержащиеся в нем атрибуты. Просмотрим значения `text` и `date_added` для темы `Chess`:

```
>>> t = Topic.objects.get(id=1)
>>> t.text
'Chess'
>>> t.date_added
datetime.datetime(2015, 5, 28, 4, 39, 11, 989446, tzinfo=<UTC>)
```

Также можно просмотреть записи, относящиеся к конкретной теме. Ранее мы определили атрибут `topic` для модели `Entry`. Он был экземпляром `ForeignKey`, представляющим связь между записью и темой. Django может использовать эту связь для получения всех записей, относящихся к некоторой теме:

```
❶ >>> t.entry_set.all()
[<Entry: The opening is the first part of the game, roughly...>, <Entry: In
the opening phase of the game, it's important t...>]
```

Чтобы получить данные через отношение внешнего ключа, используйте имя связанной модели, записанное в нижнем регистре, за которым следует символ подчеркивания и слово `set` ❶. Допустим, у вас имеются модели `Pizza` и `Topping`, и модель `Topping` связана с `Pizza` через внешний ключ. Если ваш объект называется `my_pizza`, для получения всех связанных с ним экземпляров `Topping` используется выражение `my_pizza.topping_set.all()`.

Мы будем использовать такой синтаксис при переходе к программированию страниц, которые могут запрашиваться пользователями. Оболочка очень удобна тогда, когда вы хотите проверить, что ваш код получает нужные данные. Если в оболочке код работает так, как задумано, можно ожидать, что он будет правильно работать

и в файлах, которые вы создаете в своем проекте. Если код выдает ошибки или не загружает те данные, которые должен загружать, вам будет намного проще отладить его в простой оболочке, чем при работе с файлами, генерирующими веб-страницы. В книге мы не будем часто возвращаться к оболочке, но вам не стоит забывать о ней — это полезный инструмент, который поможет вам освоить синтаксис Django для работы с данными проекта.

### ПРИМЕЧАНИЕ

При каждом изменении модели необходимо перезапустить оболочку, чтобы увидеть результаты этих изменений. Чтобы завершить сеанс работы с оболочкой, нажмите Ctrl+D; в Windows нажмите Ctrl+Z, а затем Enter.

### УПРАЖНЕНИЯ

18-2. Короткие записи: метод `__str__()` в модели `Entry` в настоящее время присоединяет многоточие к каждому экземпляру `Entry`, отображаемому Django на административном сайте или в оболочке. Добавьте в метод `__str__()` команду `if`, добавляющую многоточие только для записей, длина которых превышает 50 символов. Воспользуйтесь административным сайтом, чтобы ввести запись с длиной менее 50 символов, и убедитесь в том, что при ее просмотре многоточие не отображается.

18-3. Django API: при написании кода для работы с данными проекта вы создаете запрос. Просмотрите документацию по созданию запросов к данным по адресу <https://docs.djangoproject.com/en/1.8/topics/db/queries/>. Многое из того, что вы увидите, покажется вам новым, но эта информация пригодится вам, когда вы начнете работать над собственными проектами.

18-4. Пиццерия: создайте новый проект с именем `pizzeria`, содержащий приложение `pizzas`. Определите модель `Pizza` с полем `name`, в котором хранятся названия видов пиццы (например, «Гавайская» или «Четыре сыра»). Определите модель `Topping` с полями `pizza` и `name`. Поле `pizza` должно содержать внешний ключ к модели `Pizza`, а поле `name` должно позволять хранить такие значения, как «ананас» или «грибы».

Зарегистрируйте обе модели на административном сайте. Используйте сайт для ввода названий пиццы и дополнений. Изучите введенные данные в интерактивной оболочке.

## Создание страниц: домашняя страница Learning Log

Обычно процесс создания веб-страниц в Django состоит из трех стадий: определения URL, написания представлений и написания шаблонов. Сначала следует определить *схемы (patterns)* URL. Схема URL описывает структуру URL-адреса и сообщает Django, на какие компоненты следует обращать внимание при сопоставлении запроса браузера с URL-адресом на сайте, чтобы выбрать возвращаемую страницу.

Затем каждый URL-адрес связывается с конкретным *предст. влением* — функция представления читает и обрабатывает данные, необходимые странице. Функция представления часто вызывает шаблон, который строит страницу, подходящую для передачи браузеру. Чтобы вы лучше поняли, как работает этот механизм, создадим домашнюю страницу для приложения Learning Log. Мы определим URL-адрес домашней страницы, напишем для него функцию представления и создадим простой шаблон.

Так как мы сейчас всего лишь убеждаемся в том, что Learning Log работает, как положено, страница пока останется простой. Когда приложение будет завершено, вы можете заниматься его оформлением, сколько душе угодно; приложение, которое хорошо выглядит, но не работает, бессмысленно. Пока на домашней странице будет отображаться только заголовок и краткое описание.

## Сопоставление URL

Пользователь запрашивает страницы, вводя URL-адреса в браузере и щелкая на ссылках, поэтому мы должны решить, какие URL-адреса понадобятся в нашем проекте. Начнем с URL домашней страницы: это базовый адрес, используемый для обращения к проекту. На данный момент базовый URL-адрес `http://localhost:8000/` возвращает сайт, сгенерированный Django по умолчанию; он сообщает о том, что проект был создан успешно. Мы изменим домашнюю страницу, связав базовый URL-адрес с домашней страницей Learning Log.

В каталоге проекта `learning_log` откройте файл `urls.py`. Вы увидите в нем следующий код:

```
urls.py
❶ from django.conf.urls import include, url
❷ from django.contrib import admin

❸ urlpatterns = [
❹ url(r'^admin/', include(admin.site.urls)),
❺]
```

Первые две строки импортируют функции и модули, управляющие URL-адресами проекта и административным сайтом ❶. В теле файла определяется переменная `urlpatterns` ❷. В файле `urls.py`, представляющем проект в целом, переменная `urlpatterns` включает наборы URL-адресов из приложений в проект. Код ❸ включает модуль `admin.site.urls`, определяющий все URL-адреса, которые могут запрашиваться с административного сайта.

Добавим в этот файл URL-адреса `learning_logs`:

```
from django.conf.urls import include, url
from django.contrib import admin

urlpatterns = [
 url(r'^admin/', include(admin.site.urls)),
❶ url(r'', include('learning_logs.urls', namespace='learning_
 logs')),
]
```

В точке ❶ добавляется строка включения модуля `learning_logs.urls`. Эта строка включает аргумент `namespace`, по которому URL-адреса `learning_logs` можно отличить от других URL-адресов, которые могут появиться в проекте. Данная возможность может оказаться чрезвычайно полезной по мере роста проекта.

Файл `urls.py` по умолчанию находится в каталоге `learning_log`; теперь нужно создать второй файл `urls.py` в папке `learning_logs`:

```
urls.py
❶ """Определяет схемы URL для learning_logs."""

❷ from django.conf.urls import url

❸ from . import views

❹ urlpatterns = [
 # Домашняя страница
❺ url(r'^$', views.index, name='index'),
]
```

Чтобы было понятно, с какой версией `urls.py` мы работаем, в начало файла добавляется строка документации ❶. Затем импортируется функция `url`, она необходима для связывания URL с представлениями ❷. Также импортируется модуль `views` ❸; точка приказывает Python импортировать представления из каталога, в котором находится текущий модуль `urls.py`. Переменная `urlpatterns` в этом модуле представляет собой список страниц, которые могут запрашиваться из приложения `learning_logs` ❹.

Схема URL представляет собой вызов функции `url()` с тремя аргументами ❺. Первый аргумент содержит регулярное выражение. Django ищет в `urlpatterns` регулярное выражение, совпадающее со строкой запрашиваемого URL. Таким образом, регулярное выражение должно определять схему адреса, которую будет искать Django.

Возьмем регулярное выражение `r'^$'`. Символ `r` сообщает Python, что следующая строка должна интерпретироваться без дополнительной обработки, а апострофы указывают, где начинается и заканчивается регулярное выражение. Символ `^` обозначает начало строки, а символ `$` обозначает ее конец. В целом это выражение приказывает Python искать URL-адрес, не содержащий ничего между началом и концом URL. Python игнорирует базовый URL-адрес проекта (`http://localhost:8000/`), так что пустое регулярное выражение совпадает с базовым URL-адресом. Любой другой URL-адрес не будет соответствовать этому выражению, и Django вернет страницу с ошибкой, если запрашиваемый URL не соответствует ни одной из существующих схем URL.

Второй аргумент `url()` ❻ определяет вызываемую функцию представления. Когда запрашиваемый URL-адрес соответствует регулярному выражению, Django вызывает `views.index` (мы напишем эту функцию представления в следующем разделе). Третий аргумент определяет `index` для этой схемы URL, чтобы на нее можно было ссылаться в других частях кода. Каждый раз, когда потребуется предоставить ссылку на домашнюю страницу, мы будем использовать это имя вместо URL.

## ПРИМЕЧАНИЕ

Регулярные выражения используются почти во всех языках программирования. Они чрезвычайно полезны, но, чтобы освоить их, понадобится время. Если что-то осталось непонятным, не беспокойтесь; в ходе работы над проектом мы рассмотрим много примеров.

## Написание представления

Функция представления получает информацию из запроса, подготавливает данные, необходимые для построения страницы, и возвращает данные браузеру — часто с использованием шаблона, определяющего внешний вид страницы.

Файл `views.py` в `learning_logs` был сгенерирован автоматически при выполнении команды `python manage.py startapp`. На данный момент его содержимое выглядит так:

```
views.py
from django.shortcuts import render

Создайте здесь свои представления.
```

Сейчас файл только импортирует функцию `render()`, которая генерирует ответ на основании данных, полученных от представлений. Представление домашней страницы должно быть записано в следующем виде:

```
from django.shortcuts import render

def index(request):
 """Домашняя страница приложения Learning Log"""
 return render(request, 'learning_logs/index.html')
```

Если URL запроса совпадает с только что определенной схемой, Django ищет в файле `views.py` функцию с именем `index()`, после чего передает этой функции представления объект запроса. В нашем случае никакая обработка данных для страницы не нужна, поэтому код функции сводится к вызову `render()`. Функция `render()` использует два аргумента — исходный объект запроса и шаблон, используемый для построения страницы. Давайте напишем этот шаблон.

## Написание шаблона

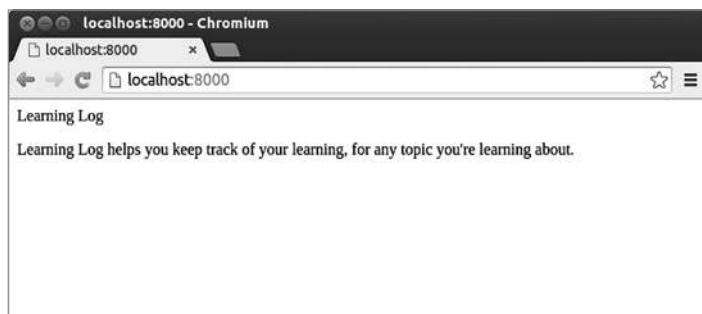
Шаблон задает структуру веб-страницы. Он определяет общий внешний вид, а Django заполняет его соответствующими данными при каждом запросе страницы. Шаблон может обращаться к любым данным, полученным от представления. Так как наше представление домашней страницы никаких данных не предоставляет, шаблон получается относительно простым.

В каталоге `learning_logs` создайте новый каталог с именем `templates`. В каталоге `templates` создайте другой каталог с именем `learning_logs`. На первый взгляд такая структура кажется избыточной (каталог `learning_logs` в каталоге `templates` внутри каталога `learning_logs`), но созданная таким образом структура будет однозначно интерпретироваться Django даже в контексте большого проекта, состоящего из множества отдельных приложений. Во внутреннем каталоге `learning_logs` создайте новый файл с именем `index.html`. Включите в него следующий текст:

```
index.html
<p>Learning Log</p>
<p>Learning Log helps you keep track of your learning, for any topic you're
learning about.</p>
```

Это очень простой файл. Если вы не знакомы с синтаксисом HTML, теги `<p></p>` обозначают абзацы. Тег `<p>` открывает абзац, а тег `</p>` закрывает его. Наша страница содержит два абзаца: первый содержит заголовок, а второй описывает, что пользователь может сделать с помощью приложения Learning Log.

Теперь при запросе базового URL-адреса проекта `http://localhost:8000/` вы увидите только что построенную страницу вместо страницы по умолчанию. Django берет запрошенный URL-адрес и видит, что он совпадает со схемой `r'^$'`; в этом случае Django вызывает функцию `views.index()`, что приводит к построению страницы с использованием шаблона, содержащегося в `index.html`. Полученная страница показана на рис. 18.3.



**Рис. 18.3.** Домашняя страница Learning Log

И хотя может показаться, что для одной страницы этот процесс слишком сложен, такое разделение URL-адресов, представлений и шаблонов работает хорошо. Оно позволяет сосредоточиться на отдельных аспектах проекта, а в более крупных проектах отдельные участники могут сосредоточиться на тех областях, в которых они наиболее сильны. Например, специалист по базам данных может заняться моделями, программист — кодом представления, а веб-дизайнер — шаблонами.

### УПРАЖНЕНИЯ

18-5. План питания: представьте приложение для составления плана питания на неделю. Создайте новый каталог с именем `meal_planner`, затем создайте в этом каталоге новый проект Django. Создайте новое приложение с именем `meal_plans`. Постройте простую домашнюю страницу для этого проекта.

18-6. Домашняя страница Pizzeria: добавьте домашнюю страницу в проект `Pizzeria`, который вы начали строить в упражнении 18-4 (с. 394).

## Построение других страниц

Теперь, когда вы начали представлять процесс построения страниц, можно переходить к построению проекта Learning Log. Мы создадим две страницы для вывода данных: на одной будет выводиться список всех тем, а на другой — все записи по конкретной теме. Для каждой страницы мы создадим схему URL, напишем функцию

представления и создадим шаблон. Но, прежде чем переходить к работе, стоит создать базовый шаблон, от которого будут наследовать все шаблоны этого проекта.

## Наследование шаблонов

При построении сайта некоторые элементы почти всегда повторяются на каждой странице. Вместо того чтобы встраивать эти элементы непосредственно в страницы, вы можете написать базовый шаблон с повторяющимися элементами; все страницы будут наследовать от этого шаблона. Такое решение позволит сосредоточиться на разработке уникальных аспектов каждой страницы и существенно упростит изменение общего оформления проекта в целом.

### Родительский шаблон

Начнем с создания шаблона `base.html` в одном каталоге с файлом `index.html`. Этот файл будет содержать элементы, общие для всех страниц; все остальные шаблоны наследуют от `base.html`. Пока единственным элементом, который должен повторяться на каждой странице, остается заголовок в верхней части страницы. Так как шаблон будет включаться в каждую страницу, преобразуем заголовок в ссылку на домашнюю страницу:

```
base.html
<p>
❶ Learning Log
</p>
❷ {% block content %}{% endblock content %}
```

Первая часть файла создает абзац с именем проекта, который также работает как ссылка на домашнюю страницу. Для построения ссылки использовался *шаблонный тег*, обозначенный фигурными скобками и знаками `% { % }`. Шаблонный тег представляет собой блок кода, который генерирует информацию для вывода на странице. В данном примере шаблонный тег `{% url 'learning_logs:index' %}` генерирует URL-адрес, соответствующий схеме URL, определенной в файле `learning_logs/urls.py` с именем `'index'` ❶. В данном примере `learning_logs` — пространство имен, а `index` — схема URL с уникальным именем в этом пространстве имен.

В этой простой странице HTML ссылка заключается в *якорный тег*:

```
текст ссылки
```

Генерирование URL-адреса шаблонным тегом существенно упрощает актуализацию ссылок. Чтобы изменить URL-адрес в проекте, достаточно изменить схему URL в `urls.py`, а Django автоматически вставит обновленный URL-адрес при следующем запросе страницы. Каждая страница в проекте будет наследовать от `base.html`, так что в дальнейшем на каждой странице будет содержаться ссылка на домашнюю страницу.

В точке ❷ вставляется пара тегов `block`. Блок с именем `content` резервирует место; информация, попадающая в блок `content`, будет определяться дочерним шаблоном.

Дочерний шаблон не обязан определять каждый блок в своем родителе, так что в родительских шаблонах можно зарезервировать место для любого количества блоков, а дочерний шаблон будет использовать столько из них, сколько потребуется.

#### ПРИМЕЧАНИЕ

В коде Python почти всегда используются отступы в четыре пробела. Файлы шаблонов обычно имеют больший уровень вложенности, чем файлы Python, поэтому каждый уровень отступа обычно обозначается двумя пробелами.

### Дочерний шаблон

Теперь нужно переписать файл `index.html` так, чтобы он наследовал от `base.html`. Обновленный файл `index.html` выглядит так:

```
index.htm
❶ {% extends "learning_logs/base.html" %}

❷ {% block content %}
 <p>Learning Log helps you keep track of your learning, for any topic you're
 learning about.</p>
❸ {% endblock content %}
```

Сравнивая этот файл с исходной версией `index.html`, мы видим, что заголовок Learning Log заменен кодом наследования от родительского шаблона ❶. В первой строке дочернего шаблона должен находиться тег `{% extends %}`, который сообщает Django, от какого родительского шаблона он наследует. Файл `base.html` является частью `learning_logs`, поэтому `learning_logs` включается в путь к родительскому шаблону. Эта строка извлекает все содержимое из шаблона `base.html` и позволяет `index.html` определить, что должно попасть в пространство, зарезервированное блоком `content`.

Блок `content` определяется в точке ❷ вставкой тега `{% block %}` с именем `content`. Все, что не наследуется от родительского шаблона, попадает в блок `content`. В данном случае это абзац с описанием проекта Learning Log. В точке ❸ мы сообщаем о том, что определение `content` завершено, при помощи тега `{% endblock content %}`.

Вероятно, вы уже начинаете понимать преимущества наследования шаблонов: в дочерний шаблон достаточно включить информацию, уникальную для этой страницы. Такой подход упрощает не только каждый шаблон, но и изменение сайта. Чтобы изменить элемент, общий для многих страниц, достаточно изменить элемент в родительском шаблоне. Внесенные изменения будут автоматически перенесены на каждую страницу, наследующую от этого шаблона. В проекте из десятков и сотен страниц такая структура значительно упрощает и ускоряет доработку сайта.

#### ПРИМЕЧАНИЕ

В больших проектах часто создается один родительский шаблон `base.html` для всего сайта и родительские шаблоны для каждого крупного раздела сайта. Все шаблоны разделов наследуют от `base.html`, и каждая страница сайта наследует от шаблона раздела. При такой структуре вы смо-

жете легко изменять оформление и поведение сайта в целом, любого его раздела или отдельной страницы. Данная конфигурация сильно повышает эффективность работы и стимулирует разработчика к дальнейшему совершенствованию сайта.

## Страница со списком тем

Разобравшись с тем, как эффективно организовать построение страниц, мы можем сосредоточиться на следующих двух страницах: списке всех тем и списке записей по одной теме. На странице тем выводится перечень всех тем, созданных пользователями, и это первая страница, на которой нам придется работать с данными.

### Схема URL для тем

Сначала нужно определить URL для страницы тем. Обычно в таких случаях выбирается простой фрагмент URL, который отражает суть информации, представленной на странице. Мы воспользуемся словом *topics*, так что для получения страницы будет использоваться URL *http://localhost:8000/topics/*. А вот какие изменения следует внести в `learning_logs/urls.py`:

```
urls.py
"""Определяет схемы URL для learning_logs."""
...
urlpatterns = [
 # Домашняя страница
 url(r'^$', views.index, name='index'),

 # Вывод всех тем.
❶ url(r'^topics/$', views.topics, name='topics'),
]
```

Мы просто добавили `topics/` в аргумент регулярного выражения, используемый с URL-адресом домашней страницы ❶. Когда Django проверяет запрашиваемый URL-адрес, эта схема совпадет с любым URL-адресом, который состоит из базового URL-адреса и слова `topics`. Косую черту в конце можно включить, можно не включать, но после слова `topics` ничего быть не должно, иначе схема не совпадет. Любой запрос с URL-адресом, соответствующим этой схеме, будет передан функции `topics()` в `views.py`.

### Представление topics

Функция `topics()` должна получать данные из базы данных и отправлять их шаблону. Обновленная версия `views.py` выглядит так:

```
views.py
from django.shortcuts import render

❶ from .models import Topic

def index(request):
 ...

```

```

❷ def topics(request):
 """Выводит список тем."""
❸ topics = Topic.objects.order_by('date_added')
❹ context = {'topics': topics}
❺ return render(request, 'learning_logs/topics.html', context)

```

Сначала импортируется модель, связанная с нужными данными ❶. Функции `topics()` необходим один параметр: объект запроса, полученный Django от сервера ❷. В точке ❸ выдается запрос к базе данных на получение объектов `Topic`, отсортированных по атрибуту `date_added`. Полученный итоговый набор сохраняется в `topics`.

В точке ❹ определяется контекст, который будет передаваться шаблону. Контекст представляет собой словарь, в котором ключами являются имена, используемые в шаблоне для обращения к данным, а значениями — данные, которые должны передаваться шаблону. В данном случае существует всего одна пара «ключ—значение», которая содержит набор тем, отображаемых на странице. При построении страницы, использующей данные, функции `render()` передается переменная `context`, а также объект `request` и путь к шаблону ❺.

## Шаблон topics

Шаблон страницы со списком тем получает словарь `context`, чтобы шаблон мог использовать данные, предоставленные `topics()`. Создайте файл с именем `topics.html` в одном каталоге с `index.html`. Вывод списка тем в шаблоне осуществляется следующим образом:

```

topics.html
{%
 extends "learning_logs/base.html"
}

{% block content %}

<p>Topics</p>

❶
❷ {% for topic in topics %}
❸ {{ topic }}
❹ {% empty %}
 No topics have been added yet.
❺ {% endfor %}
❻

{% endblock content %}

```

Сначала тег `{% extends %}` объявляет о наследовании от `base.html`, как и в случае с шаблоном `index`, после чего открывается блок `content`. Тело страницы содержит маркированный (bulleted) список введенных тем. В стандартном языке HTML маркированный список называется *неупорядоченным списком* и обозначается тегами `<ul></ul>`. Список тем начинается в точке ❶.

В точке ❷ находится другой шаблонный тег, эквивалентный циклу `for` для перебора списка тем из словаря `context`. Код, используемый в шаблоне, отличается от Python в нескольких важных отношениях. Python использует отступы

для обозначения строк, входящих в тело цикла. В шаблоне каждый цикл `for` должен снабжаться явным тегом `{% endfor %}`, обозначающим конец цикла. Таким образом, в шаблонах часто встречаются циклы следующего вида:

```
{% for элемент in список %}
 действия для каждого элемента
{% endfor %}
```

В цикле каждая тема должна быть преобразована в элемент маркированного списка. Чтобы вывести значение переменной в шаблоне, заключите ее имя в двойные фигурные скобки. Код `{{ topic }}` в точке ❸ будет заменен значением `topic` при каждом проходе цикла. Фигурные скобки на странице не появятся; они всего лишь сообщают Django об использовании шаблонной переменной. Тег HTML `<li></li>` обозначает элемент списка. Все, что находится между тегами, в паре тегов `<ul></ul>`, будет отображаться как элемент маркированного списка.

В точке ❹ находится шаблонный тег `{% empty %}`, который сообщает Django, что делать при отсутствии элементов в списке. В нашем примере выводится сообщение о том, что темы еще не созданы. Последние две строки завершают цикл `for` ❺ и маркированный список ❻.

Затем необходимо изменить базовый шаблон и включить ссылку на страницу с темами:

```
base.html
<p>
❶ Learning Log -
❷ Topics
</p>

{% block content %}{% endblock content %}
```

После ссылки на домашнюю страницу ❶ добавляется дефис, после которого вставляется ссылка на страницу тем, которая также представлена шаблонным тегом ❷. Эта строка приказывает Django сгенерировать ссылку, соответствующую схеме URL с именем `'topics'`, в `learning_logs/urls.py`.

Обновив домашнюю страницу в браузере, вы увидите ссылку `Topics`. Щелчок на этой ссылке открывает страницу, похожую на рис. 18.4.



**Рис. 18.4.** Страница со списком тем

## Страницы отдельных тем

Следующим шагом станет создание страницы для вывода информации по одной теме, с названием темы и всеми записями по этой теме. Мы снова определим новую схему URL, напишем представление и создадим шаблон. Кроме того, на странице со списком тем каждый элемент маркированного списка будет преобразован в ссылку на соответствующую страницу отдельной темы.

## Схема URL для отдельных тем

Схема URL для страницы отдельной темы немного отличается от других схем URL, которые встречались нам ранее, потому что в ней используется атрибут `id` темы для обозначения запрашиваемой темы. Например, если пользователь хочет просмотреть страницу с подробной информацией по теме `Chess` (`id=1`), эта страница будет иметь URL-адрес `http://localhost:8000/topics/1/`. Вот как выглядит схема для этого URL-адреса из `learning_logs/urls.py`:

```
urls.py
...
urlpatterns = [
 ...
 # Страница с подробной информацией по отдельной теме
 url(r'^topics/(?P<topic_id>\d+)/$', views.topic, name='topic'),
]

```

Рассмотрим регулярное выражение в схеме URL, `r'^topics/(?P<topic_id>\d+)/$'`. Символ `r` сообщает Django, что последующая строка должна интерпретироваться без дополнительной обработки, а выражение заключено в кавычки. Вторая часть выражения, `/(?P<topic_id>\d+)/`, описывает целое число, заключенное между двумя косыми чертами; это целое число сохраняется в аргументе `topic_id`. Круглые скобки, в которые заключена эта часть выражения, сохраняют значение из URL; часть `?P<topic_id>` сохраняет совпавшее значение в `topic_id`; а выражение `\d+` совпадает с любым количеством цифр, заключенных между символами косой черты.

Когда Django находит URL-адрес, соответствующий этой схеме, вызывается функция представления `topic()`, в аргументе которой передается значение, хранящееся в `topic_id`. Значение `topic_id` используется для получения нужной темы внутри функции.

## Представление отдельной темы

Функция `topic()` должна получить тему и все связанные с ней записи из базы данных:

```
views.py
--snip--
❶ def topic(request, topic_id):
 """Выводит одну тему и все ее записи."""
 ❷ topic = Topic.objects.get(id=topic_id)
 ❸ entries = topic.entry_set.order_by('-date_added')
 ❹ context = {'topic': topic, 'entries': entries}
 ❺ return render(request, 'learning_logs/topic.html', context)
```

Это первая функция представления, которой требуется параметр, отличный от объекта запроса. Функция получает значение, совпадшее с выражением `(?P<topic_id>\d+)`, и сохраняет его в `topic_id` ❶. В точке ❷ функция `get()` используется для получения темы (по аналогии с тем, как мы это делали в оболочке Django). В точке ❸ загружаются записи, связанные с данной темой, и они упорядочиваются по значению `date_added`: знак «минус» перед `date_added` сортирует результаты в обратном порядке, то есть самые последние записи будут находиться на первых местах. Тема и записи сохраняются в словаре `context` ❹, который передается шаблону `topic.html` ❺.

## ПРИМЕЧАНИЕ

Выражения в строках ❷ и ❸, обращающиеся к базе данных за конкретной информацией, называются «запросами». Когда вы пишете подобные запросы для своих проектов, сначала опробуйте их в оболочке Django. Вы сможете проверить результат намного быстрее, чем если напишете представление и шаблон, а затем проверите результаты в браузере.

## Шаблон отдельной темы

В шаблоне должно отображаться название темы и текст записей. Также необходимо сообщить пользователю, если по теме еще не было сделано ни одной записи:

```
topic.html
{% extends 'learning_logs/base.html' %}

{% block content %}

❶ <p>Topic: {{ topic }}</p>

❷ <p>Entries:</p>
❸
❹ {% for entry in entries %}

 <p>{{ entry.date_added|date:'M d, Y H:i' }}</p>
 <p>{{ entry.text|linebreaks }}</p>

❺ {% empty %}

 There are no entries for this topic yet.

 {% endfor %}

{% endblock content %}
```

Шаблон расширяет `base.html`, как и для всех страниц проекта. Затем выводится текущая тема ❶ из шаблонной переменной `{{ topic }}`. Переменная `topic` доступна, потому что она включена в словарь `context`. Затем создается маркированный список со всеми записями по теме ❷; перебор записей осуществляется так же, как это делалось ранее для тем ❸.

С каждым элементом списка связываются два значения: временная метка и полный текст каждой записи. Для временной метки ❸ выводится значение атрибута `date_added`. В шаблонах Django вертикальная черта (|) представляет фильтр — функцию, изменяющую значение шаблонной переменной. Фильтр `date:'M d, Y H:i'` выводит временные метки в формате *January 1, 2015 23:00*. Следующая строка выводит полное значение `text` (вместо первых 50 символов каждой записи). Фильтр `linebreaks` ❹ следит за тем, чтобы длинный текст содержал разрывы строк в формате, поддерживаемом браузером (вместо блока непрерывного текста). В точке ❺ шаблонный тег `{% empty %}` используется для вывода сообщения об отсутствии записей.

### Ссылки на странице

Прежде чем просматривать страницу отдельной темы в браузере, необходимо изменить шаблон списка тем, чтобы каждая тема вела на соответствующую страницу. Внесите следующие изменения в `topics.html`:

```
topics.html
...
{% for topic in topics %}

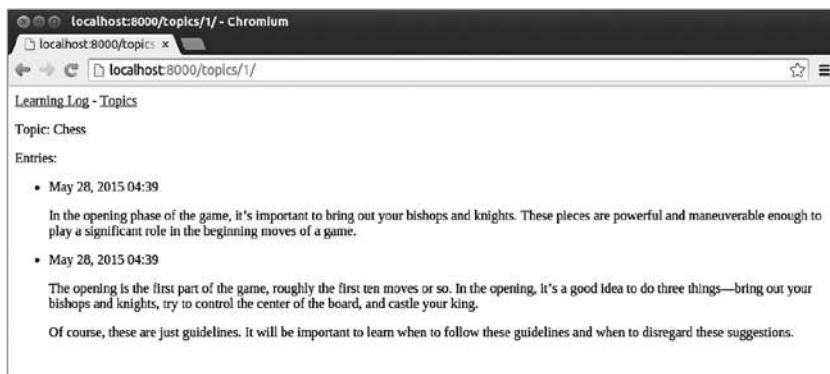
 {{ topic }}

{% empty %}
...

```

Шаблонный тег URL используется для генерирования ссылки на основании схемы URL из `learning_logs` с именем '`topic`'. Этой схеме URL необходим аргумент `topic_id`, поэтому в шаблонный тег URL добавляется атрибут `topic.id`. Теперь каждая тема в списке представляет собой ссылку на страницу темы, например `http://localhost:8000/topics/1/`.

Если теперь обновить страницу тем и щелкнуть на теме, открывается страница, изображенная на рис. 18.5.



**Рис. 18.5.** Страница со списком всех записей по отдельной теме

**УПРАЖНЕНИЯ**

18-7. Документация шаблона: просмотрите документацию по шаблонам Django по адресу <https://docs.djangoproject.com/en/1.8/ref/templates/>. Используйте ее в работе над собственными проектами.

18-8. Страницы Pizzeria: добавьте страницу в проект Pizzeria из упражнения 18-6 (с. 398) с названиями видов пиццы. Свяжите каждое название пиццы со страницей, на которой выводится список дополнений к этой пицце. Обязательно примените наследование шаблонов, чтобы повысить эффективность построения страниц.

## Итоги

В этой главе вы начали осваивать построение веб-приложений с использованием инфраструктуры Django. Вы написали короткую спецификацию проекта, установили Django в виртуальной среде, узнали, как настроить проект, и проверили правильность настройки. Вы узнали, как создать приложение и как определить модели для представления данных в вашем приложении. Также были рассмотрены базы данных, и вы узнали, как Django упрощает миграцию баз данных после внесения изменений в модель. Вы научились создавать суперпользователей для административного сайта, а также использовали административный сайт для ввода исходных данных.

Также в этой главе была представлена оболочка Django, позволяющая работать с данными проекта в терминальном сеансе. Вы научились определять URL-адреса, создавать функции представления и писать шаблоны для построения страниц сайта. Наконец, вы применили механизм наследования шаблонов, который упрощает структуру отдельных шаблонов и модификацию сайта по мере развития проекта.

В главе 19 мы создадим интуитивно понятные, удобные страницы, на которых пользователи смогут добавлять новые темы и записи, а также редактировать существующие записи без участия административного сайта. Кроме того, будет добавлена система регистрации пользователей, чтобы любой пользователь мог создать учетную запись и вести свой журнал. Собственно, в этом и заключается сущность веб-приложения — создание функциональности, с которой может взаимодействовать любое количество пользователей.

# 19 Учетные записи пользователей

Что является самым главным для веб-приложения? Что любой пользователь, живущий в любой стране мира, сможет создать учетную запись в вашем приложении и начать работать с ним. В этой главе мы построим формы, на которых пользователи смогут вводить свои темы и записи, а также редактировать существующие данные. Кроме того, вы узнаете, как Django защищает приложения от распространенных атак на страницы с формами, чтобы вам не приходилось тратить много времени на продумывание средств защиты вашего приложения.

Затем будет реализована система проверки пользователей. Мы создадим страницу регистрации, на которой пользователи смогут создавать учетные записи, и ограничим доступ к некоторым страницам для анонимных пользователей. Затем некоторые функции представления будут изменены так, чтобы пользователь мог видеть только свои собственные данные. Вы узнаете, как обеспечить безопасность и конфиденциальность данных пользователей.

## Редактирование данных

Прежде чем строить систему аутентификации пользователей для создания учетных записей, сначала мы добавим несколько страниц, на которых пользователи смогут вводить собственные данные. У пользователей появится возможность создавать новые темы, добавлять новые записи и редактировать записи, сделанные ранее. В настоящее время данные могут вводиться только суперпользователем на административном сайте. Однако разрешать пользователям работу на административном сайте явно нежелательно, поэтому мы воспользуемся средствами построения форм Django для создания страниц, на которых пользователи смогут вводить данные.

## Добавление новых тем

Начнем с возможности создания новых тем. Страницы на базе форм добавляются практически так же, как и те страницы, которые мы уже строили ранее: вы определяете URL, пишете функцию представления и создаете шаблон. Принципиальное отличие — добавление нового модуля `forms.py`, содержащего функциональность форм.

## Объект ModelForm

Любая страница, на которой пользователь может вводить и отправлять информацию, является формой, даже если на первый взгляд она на форму не похожа. Когда пользователь вводит информацию, необходимо проверить, что он ввел корректные данные, а не вредоносный код (например, код для нарушения работы сервера). Затем проверенная информация обрабатывается и сохраняется в нужном месте базы данных. Django автоматизирует большую часть этой работы.

Простейший способ построения форм в Django основан на использовании класса `ModelForm`, который автоматически строит форму на основании моделей, определенных в главе 18. Ваша первая форма будет создана в файле `forms.py`, который должен находиться в одном каталоге с `models.py`:

```
forms.py
from django import forms

from .models import Topic

❶ class TopicForm(forms.ModelForm):
 class Meta:
❷ model = Topic
❸ fields = ['text']
❹ labels = {'text': ''}
```

Сначала импортируется модуль `forms` и модель, с которой мы будем работать: `Topic`. В точке ❶ определяется класс с именем `TopicForm`, наследующий от `forms.ModelForm`. Простейшая версия `ModelForm` состоит из вложенного класса `Meta`, который сообщает Django, на какой модели должна базироваться форма и какие поля на ней должны находиться. В точке ❷ форма создается на базе модели `Topic`, а на ней размещается только поле `text` ❸. Код ❹ приказывает Django не генерировать подпись для текстового поля.

## URL-адрес для new\_topic

URL-адрес новой страницы должен быть простым и содержательным, поэтому после того, как пользователь выбрал команду создания новой темы, он направляется по адресу `http://localhost:8000/new_topic/`. Ниже приведена схема URL для страницы `new_topic`, которая добавляется в `learning_logs/urls.py`:

```
urls.py
...
urlpatterns = [
 ...
 # Страница для добавления новой темы
 url(r'^new_topic/$', views.new_topic, name='new_topic'),
]
```

Эта схема URL будет отправлять запросы функции представления `new_topic()`, которую мы сейчас напишем.

## Функция представления new\_topic()

Функция `new_topic()` должна обрабатывать две разные ситуации: исходные запросы страницы `new_topic` (в этом случае должна отображаться пустая форма) и обработка данных, отправленных через форму. Затем она должна перенаправить пользователя обратно на страницу `topics`:

```
views.py
from django.shortcuts import render

from django.http import HttpResponseRedirect
from django.core.urlresolvers import reverse

from .models import Topic
from .forms import TopicForm

...

❶ def new_topic(request):
 """Определяет новую тему."""
 if request.method != 'POST':
 # Данные не отправлялись; создается пустая форма.
❷ form = TopicForm()
 else:
 # Отправлены данные POST; обработать данные.
❸ form = TopicForm(request.POST)
❹ if form.is_valid():
❺ form.save()
❻ return HttpResponseRedirect(reverse('learning_logs:topics'))

❼ context = {'form': form}
➋ return render(request, 'learning_logs/new_topic.html', context)
```

Мы импортируем класс `HttpResponseRedirect`, который будет использоваться для перенаправления пользователя к странице `topics` после отправки введенной темы. Функция `reverse()` определяет URL по заданной схеме URL (то есть Django генерирует URL при запросе страницы). Также импортируется только что написанная форма `TopicForm`.

### Запросы GET и POST

При построении веб-приложений используются два основных типа запросов — GET и POST. Запросы GET используются для страниц, которые только читают данные с сервера, а запросы POST обычно используются в тех случаях, когда пользователь должен отправить информацию через форму. Для обработки всех наших форм будет использоваться метод POST (существуют и другие разновидности запросов, но в нашем проекте они не используются).

Функция `new_topic()` получает в параметре объект запроса. Когда пользователь впервые запрашивает эту страницу, его браузер отправляет запрос GET. Когда пользователь уже заполнил и отправил форму, его браузер отправляет запрос POST. В зависимости от типа запроса мы определяем, запросил ли пользователь

пустую форму (запрос GET) или предлагает обработать заполненную форму (запрос POST).

Метод запроса — GET или POST — проверяется в точке ❶. Если метод запроса отличен от POST, вероятно, используется запрос GET, поэтому необходимо вернуть пустую форму (даже если это запрос другого типа, это все равно безопасно). Мы создаем экземпляр `TopicForm` ❷, сохраняем его в переменной `form` и отправляем форму шаблону в словаре `context` ❸. Так как при создании `TopicForm` аргументы не передавались, Django создает пустую форму, которая заполняется пользователем.

Если используется метод запроса POST, выполняется блок `else`, который обрабатывает данные, отправленные в форме. Мы создаем экземпляр `TopicForm` ❹ и передаем ему данные, введенные пользователем, хранящиеся в `request.POST`. Возвращаемый объект `form` содержит информацию, отправленную пользователем.

Отправленную информацию нельзя сохранять в базе данных до тех пор, пока она не будет проверена ❺. Функция `is_valid()` проверяет, что все обязательные поля были заполнены (все поля формы по умолчанию являются обязательными), а введенные данные соответствуют типам полей — например, что длина текста меньше 200 символов, как было указано в файле `models.py` в главе 18. Автоматическая проверка избавляет нас от большого объема работы. Если все данные действительны, можно вызвать метод `save()` ❻, который записывает данные из формы в базу данных. После того как данные будут сохранены, страницу можно покинуть. Мы используем вызов `reverse()` для получения URL-адреса страницы `topics` и передаем его функции `HttpResponseRedirect()` ❼, перенаправляющей браузер пользователя на страницу `topics`. На этой странице пользователь видит только что введенную им тему в общем списке тем.

## Шаблон `new_topic`

Теперь создадим новый шаблон с именем `new_topic.html` для отображения только что созданной формы:

```
new_topic.html
{% extends "learning_logs/base.html" %}
{% block content %}
 <p>Add a new topic:</p>
❶ <form action="{% url 'learning_logs:new_topic' %}" method='post'>
❷ {% csrf_token %}
❸ {{ form.as_p }}
❹ <button name="submit">add topic</button>
 </form>

 {% endblock content %}
```

Этот шаблон расширяет `base.html`, поэтому он имеет такую же базовую структуру, как и остальные страницы Learning Log. В точке ❶ определяется форма HTML. Аргумент `action` сообщает серверу, куда передавать данные, отправленные фор-

мой; в данном случае данные возвращаются функции представления `new_topic()`. Аргумент `method` приказывает браузеру отправить данные в запросе типа POST. Django использует шаблонный тег `{% csrf_token %}` ❷ для предотвращения попыток получения несанкционированного доступа к серверу (атаки такого рода называются *межсайтовой подделкой зпросов*). В точке ❸ отображается форма; это наглядный пример того, насколько легко в Django выполняются такие стандартные операции, как отображение формы. Чтобы автоматически создать все поля, необходимые для отображения формы, достаточно включить шаблонную переменную `{% form.as_p %}`. Модификатор `as_p` приказывает Django отобразить все элементы формы в формате абзацев — это простой способ аккуратного отображения формы.

Django не создает кнопку отправки данных для форм, поэтому мы определяем ее в точке ❹.

### Создание ссылки на страницу new\_topic

Далее ссылка на страницу `new_topic` создается на странице `topics`:

```
topics.html
{% extends "learning_logs/base.html" %}

{% block content %}

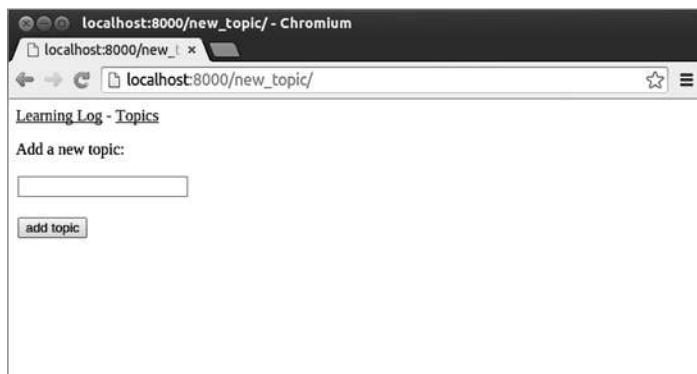
<p>Topics</p>

...

Add a new topic:

{% endblock content %}
```

Разместите ссылку после списка существующих тем. Полученная форма изображена на рис. 19.1. Воспользуйтесь ею и добавьте несколько своих тем.



**Рис. 19.1.** Страница для добавления новой темы

## Добавление новых записей

Теперь, когда пользователь может добавлять новые темы, он также захочет добавлять новые записи. Мы снова определим URL, напишем новую функцию и шаблон и создадим ссылку на страницу. Но сначала нужно добавить в `forms.py` еще один класс.

### Класс EntryForm

Мы должны создать форму, связанную с моделью `Entry`, но более специализированную по сравнению с `TopicForm`:

```
forms.py
from django import forms

from .models import Topic, Entry

class TopicForm(forms.ModelForm):
 ...

class EntryForm(forms.ModelForm):
 class Meta:
 model = Entry
 fields = ['text']
 ❶ labels = {'text': ''}
 ❷ widgets = {'text': forms.Textarea(attrs={'cols': 80})}
```

Сначала в команду `import` к `Topic` добавляется `Entry`. Новый класс `EntryForm` наследует от `forms.ModelForm` и содержит вложенный класс `Meta` с указанием модели, на которой он базируется, и поле, включаемое в форму. Полю `'text'` снова назначается пустая надпись ❶.

В точке ❷ включается атрибут `widgets`. *Виджет* (`widget`) представляет собой элемент формы HTML: одностороннее или многострочное текстовое поле, раскрывающийся список и т. д. Включая атрибут `widgets`, вы можете переопределить виджеты, выбранные Django по умолчанию. Приказывая Django использовать элемент `forms.Textarea`, мы настраиваем виджет ввода для поля `'text'`, чтобы ширина текстовой области составляла 80 столбцов вместо значения по умолчанию 40. У пользователя будет достаточно места для создания содержательных записей.

### URL-адрес для new\_entry

Необходимо включить аргумент `topic_id` в URL-адрес для создания новой записи, потому что запись должна ассоциироваться с конкретной темой. Вот как выглядит URL, который мы добавляем в `learning_logs/urls.py`:

```
urls.py
...
urlpatterns = [
 ...
 # Страница для добавления новой записи
 url(r'^new_entry/(?P<topic_id>\d+)/$', views.new_entry, name='new_entry'),
]
```

Эта схема URL соответствует любому URL-адресу в форме `http://localhost:8000/new_entry/id/`, где `id` – число, равное идентификатору темы. Выражение `(?P<topic_id>\d+)` захватывает числовое значение и сохраняет его в переменной `topic_id`. При запросе URL-адреса, соответствующего этой схеме, Django передает запрос и идентификатор темы функции представления `new_entry()`.

### Функция представления new\_entry()

Функция представления `new_entry` очень похожа на функцию добавления новой темы:

```
views.py
from django.shortcuts import render
...
from .models import Topic
from .forms import TopicForm, EntryForm

...
def new_entry(request, topic_id):
 """Добавляет новую запись по конкретной теме."""
❶ topic = Topic.objects.get(id=topic_id)

❷ if request.method != 'POST':
 # Данные не отправлялись; создается пустая форма.
❸ form = EntryForm()
 else:
 # Отправлены данные POST; обработать данные.
❹ form = EntryForm(data=request.POST)
 if form.is_valid():
 ❺ new_entry = form.save(commit=False)
 ❻ new_entry.topic = topic
 new_entry.save()
 ❼ return HttpResponseRedirect(reverse('learning_logs:topic',
 args=[topic_id]))

 context = {'topic': topic, 'form': form}
 return render(request, 'learning_logs/new_entry.html', context)
```

Мы обновляем команду `import` и включаем в нее только что созданный класс `EntryForm`. Определение `new_entry()` содержит параметр `topic_id` для сохранения полученного значения из URL. Идентификатор темы понадобится для отображения страницы и обработки данных формы, поэтому мы используем `topic_id` для получения правильного объекта темы ❶.

В точке ❷ проверяется метод запроса: POST или GET. Блок `if` выполняется для запроса GET, и мы создаем пустой экземпляр `EntryForm` ❸. Для метода запроса POST мы обрабатываем данные, создавая экземпляр `EntryForm`, заполненный данными POST из объекта запроса ❹. Затем проверяется корректность данных формы. Если данные корректны, необходимо задать атрибут `topic` объекта записи перед сохранением его в базе данных.

При вызове `save()` мы включаем аргумент `commit=False` ❸ для того, чтобы создать новый объект записи и сохранить его в `new_entry`, не сохраняя пока в базе данных. Мы присваиваем атрибуту `topic` объекта `new_entry` тему, прочитанную из базы данных в начале функции ❹, после чего вызываем `save()` без аргументов. В результате запись сохраняется в базе данных с правильной ассоциированной темой.

В точке ❷ пользователь перенаправляется на страницу темы. При вызове `reverse()` должны передаваться два аргумента: имя схемы URL, для которой генерируется URL-адрес, и список аргументов со всеми аргументами, которые должны быть включены в URL. Список аргументов содержит всего один элемент `topic_id`. Вызов `HttpResponseRedirect()` перенаправляет пользователя на страницу темы, для которой была создана запись, и пользователь видит новую запись в списке записей.

## Шаблон new\_entry

Как видно из следующего кода, шаблон `new_entry` похож на шаблон `new_topic`:

```
new_entry.html
{% extends "learning_logs/base.html" %}

{% block content %}

❶ <p>{{ topic }}</p>

<p>Add a new entry:</p>
❷ <form action="{% url 'learning_logs:new_entry' topic.id %}" method='post'>
 {% csrf_token %}
 {{ form.as_p }}
 <button name='submit'>add entry</button>
</form>

{% endblock content %}
```

В начале страницы выводится тема ❶, чтобы пользователь мог видеть, в какую тему добавляется новая запись. Тема также служит ссылкой для возврата к основной странице этой темы.

Аргумент `action` формы включает значение `topic_id` из URL, чтобы функция представления могла связать новую запись с правильной темой ❷. В остальном этот шаблон почти не отличается от `new_topic.html`.

## Создание ссылки на страницу new\_entry

Затем необходимо создать ссылку на страницу `new_entry` на каждой странице темы:

```
topic.html
{% extends "learning_logs/base.html" %}

{% block content %}

<p>Topic: {{ topic }}</p>
```

```

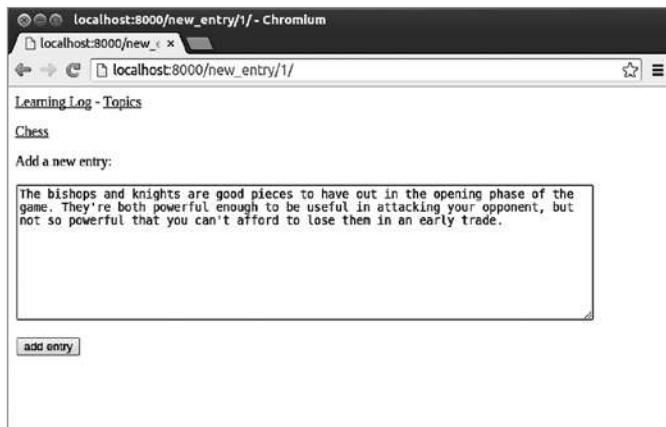
<p>Entries:</p>
<p>
 add new entry
</p>

 ...

{% endblock content %}

```

Ссылка добавляется перед выводом записей, потому что добавление новой записи является самым частым действием на этой странице. На рис. 19.2 изображена страница `new_entry`. Теперь пользователь может добавить сколько угодно новых тем и новых записей по каждой теме. Опробуйте страницу `new_entry`, добавив несколько записей для каждой из созданных вами тем.



**Рис. 19.2.** Страница `new_entry`

## Добавление записей

А теперь мы создадим страницу, на которой пользователи смогут редактировать ранее добавленные записи.

### URL-адрес для `edit_entry`

В URL-адресе страницы должен передаваться идентификатор редактируемой записи. В файл `learning_logs/urls.py` для этого вносятся следующие изменения:

```

urls.py
...
urlpatterns = [
...
 # Страница для редактирования записи
 url(r'^edit_entry/(?P<entry_id>\d+)/$', views.edit_entry,
 name='edit_entry'),
]

```

Идентификатор, переданный в URL (например, `http://localhost:8000/edit_entry/1/`), сохраняется в параметре `entry_id`. Схема The URL отправляет запросы, соответствующие этому формату, функции представления `edit_entry()`.

### Функция представления `edit_entry()`

Когда страница `edit_entry` получает запрос GET, `edit_entry()` возвращает форму для редактирования записи. При получении запроса POST с отредактированной записью страница сохраняет измененный текст в базе данных:

```
views.py
from django.shortcuts import render
...
from .models import Topic, Entry
from .forms import TopicForm, EntryForm
...
❶ def edit_entry(request, entry_id):
 """Редактирует существующую запись."""
❷ entry = Entry.objects.get(id=entry_id)
 topic = entry.topic

 if request.method != 'POST':
 # Исходный запрос; форма заполняется данными текущей записи.
❸ form = EntryForm(instance=entry)
 else:
 # Отправка данных POST; обработать данные.
❹ form = EntryForm(instance=entry, data=request.POST)
 if form.is_valid():
 ❺ form.save()
 return HttpResponseRedirect(reverse('learning_logs:topic',
 args=[topic.id]))

 context = {'entry': entry, 'topic': topic, 'form': form}
 return render(request, 'learning_logs/edit_entry.html', context)
```

Сначала необходимо импортировать модель `Entry`. В точке ❶ мы получаем объект записи, который пользователь хочет изменить, и тему, связанную с этой записью. В блоке `if`, который выполняется для запроса GET, создается экземпляр `EntryForm` с аргументом `instance=entry` ❷. Этот аргумент приказывает Django создать форму, заранее заполненную информацией из существующего объекта записи. Пользователь видит свои существующие данные и может отредактировать их.

При обработке запроса POST передаются аргументы `instance=entry` и `data=request.POST` ❸, чтобы приказать Django создать экземпляр формы на основании информации существующего объекта записи, обновленный данными из `request.POST`. Затем проверяется корректность данных формы. Если данные корректны, следует вызов `save()` без аргументов ❹. Далее происходит перенаправление на страницу темы ❺, и пользователь видит обновленную версию отредактированной им записи.

## Шаблон edit\_entry

Шаблон `edit_entry.html` очень похож на `new_entry.html`:

```
edit_entry.html
{% extends "learning_logs/base.html" %}

{% block content %}

<p>{{ topic }}</p>

<p>Edit entry:</p>

❶ <form action="{% url 'learning_logs:edit_entry' entry.id %}" method='post'>
 {% csrf_token %}
 {{ form.as_p }}
❷ <button name="submit">save changes</button>
</form>

{% endblock content %}
```

В точке ❶ аргумент `action` отправляет форму функции `edit_entry()` для обработки. Идентификатор записи включается как аргумент в тег `{% url %}`, чтобы функция представления могла изменить правильный объект записи. Кнопка отправки данных создается с текстом, который напоминает пользователю, что он сохраняет изменения, а не создает новую запись ❷.

## Создание ссылки на страницу edit\_entry

Теперь необходимо включить ссылку на страницу `edit_entry` в каждую тему на странице со списком тем:

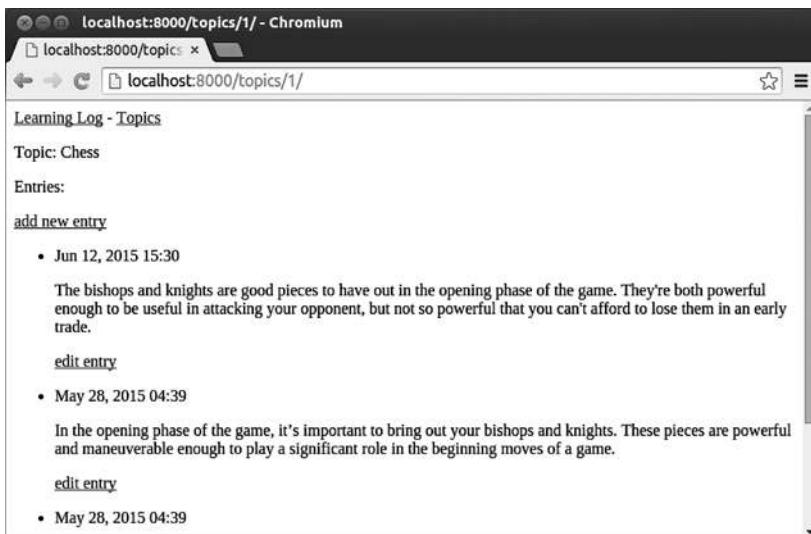
```
topic.html
...
{% for entry in entries %}

<p>{{ entry.date_added|date:'M d, Y H:i' }}</p>
<p>{{ entry.text|linebreaks }}</p>
<p>
 edit entry
</p>

...
```

После даты и текста каждой записи включается ссылка редактирования. Мы используем шаблонный тег `{% url %}` для определения схемы URL из именованной схемы `edit_entry` и идентификатора текущей записи в цикле (`entry.id`). Текст ссылки "edit entry" выводится после каждой записи на странице. На рис. 19.3 показано, как выглядит страница со списком тем с этими ссылками.

Приложение Learning Log уже сейчас содержит большую часть необходимой функциональности. Пользователи могут добавлять темы и записи, а также читать любые записи по своему усмотрению. В этом разделе мы реализуем систему



**Рис. 19.3.** Каждая запись снабжается ссылкой для редактирования этой записи

регистрации пользователей, чтобы любой желающий мог создать свою учетную запись в Learning Log и ввести собственный набор тем и записей.

### УПРАЖНЕНИЯ

19-1. Блог: создайте новый проект Django с именем Blog. Создайте в проекте приложение с именем blogs и моделью BlogPost. Модель должна содержать такие поля, как title, text и date\_added. Создайте суперпользователя для проекта и воспользуйтесь административным сайтом для создания пары коротких сообщений. Создайте домашнюю страницу, на которой выводятся все сообщения в хронологическом порядке.

Создайте одну форму для создания новых сообщений и другую форму для редактирования существующих сообщений. Заполните формы и убедитесь в том, что они работают.

## Создание учетных записей пользователей

В этом разделе мы создадим систему регистрации и авторизации пользователей, чтобы люди могли создать учетную запись, начать и завершать сеанс работы с приложением. Для всей функциональности, относящейся к работе с пользователями, будет создано отдельное приложение. Мы также слегка изменим модель Topic, чтобы каждая тема была связана с конкретным пользователем.

### Приложение users

Начнем с создания нового приложения users командой startapp:

```
(11_env)learning_log$ python manage.py startapp users
(11_env)learning_log$ ls
```

```
❶ db.sqlite3 learning_log learning_logs ll_env manage.py users
(ll_env)learning_log$ ls users
❷ admin.py __init__.py migrations models.py tests.py views.py
```

Эта команда создает новый каталог с именем `users` ❶, структура которого повторяет структуру каталогов приложения `learning_logs` ❷.

### Добавление пользователей в `settings.py`

Новое приложение необходимо добавить в `settings.py`:

```
settings.py
...
INSTALLED_APPS = (
...
My apps
'learning_logs',
'users',
)
...
```

Django включает приложение `users` в общий проект.

### Включение URL-адресов из `users`

Затем необходимо изменить корневой файл `urls.py`, чтобы он включал URL-адреса, написанные для приложения `users`:

```
urls.py
from django.conf.urls import include, url
from django.contrib import admin

urlpatterns = [
 url(r'^admin/', include(admin.site.urls)),
 url(r'^users/', include('users.urls', namespace='users')),
 url(r'', include('learning_logs.urls', namespace='learning_logs')),
]
```

Добавим строку для включения файла `urls.py` из `users`. Эта строка будет соответствовать любому URL-адресу, начинающемуся со слова `users`, — например, `http://localhost:8000/users/login/`. Также будет создано пространство имен 'users', чтобы мы могли отличать URL-адреса, принадлежащие приложению `learning_logs`, от URL, принадлежащих приложению `users`.

## Страница входа

Начнем с реализации страницы входа. Мы воспользуемся стандартным представлением `login`, которое предоставляет Django, так что шаблон URL выглядит немного иначе. Создайте новый файл `urls.py` в каталоге `learning_log/users/` и добавьте в него следующий код:

```
urls.py
"""Определяет схемы URL для пользователей"""
```

```

from django.conf.urls import url
❶ from django.contrib.auth.views import login

from . import views

urlpatterns = [
 # Страница входа
❷ url(r'^login/$', login, {'template_name': 'users/login.html'},
 name='login'),
]

```

Сначала импортируется представление `login` по умолчанию ❶. Схема страницы входа соответствует URL `http://localhost:8000/users/login/` ❷. Когда Django читает этот URL-адрес, слово `users` указывает, что следует обратиться к `users/urls.py`, а `login` сообщает о том, что запросы должны отправляться представлению `login` по умолчанию (обратите внимание: в аргументе представления используется `login`, а не `views.login`). Так как мы не пишем собственную функцию представления, мы передаем словарь, который сообщает Django, где искать шаблон (сейчас мы его напишем). Этот шаблон будет частью приложения `users`, а не приложения `learning_logs`.

## Шаблон `login`

Когда пользователь запрашивает страницу входа, Django использует свое представление `login` по умолчанию, но мы все равно должны предоставить шаблон для этой страницы. В каталоге `learning_log/users/` создайте каталог с именем `templates`, а внутри него — еще один каталог с именем `users`. Вот как выглядит шаблон `login.html`, который должен находиться в `learning_log/users/templates/users/`:

```

Login.html
{% extends "learning_logs/base.html" %}
{% block content %}
❶ {% if form.errors %}
 <p>Your username and password didn't match. Please try again.</p>
 {% endif %}

❷ <form method="post" action="{% url 'users:login' %}">
 {% csrf_token %}
❸ {{ form.as_p }}

❹ <button name="submit">log in</button>
❺ <input type="hidden" name="next" value="{% url 'learning_logs:index' %}" />
 </form>

{% endblock content %}

```

Шаблон расширяет `base.html`, чтобы страница входа по оформлению и поведению была похожа на другие страницы сайта. Обратите внимание: шаблон в одном приложении может расширять шаблон из другого приложения.

Если у формы установлен атрибут `errors`, выводится сообщение об ошибке ❶. В нем говорится, что комбинация имени пользователя и пароля не соответствует информации, хранящейся в базе данных.

Мы хотим, чтобы представление обработало форму, поэтому аргументу `action` присваивается URL страницы входа ❷. Представление отправляет форму шаблону, мы должны вывести форму ❸ и добавить кнопку отправки данных ❹. В точке ❺ включается скрытый элемент формы '`next`'; аргумент `value` сообщает Django, куда перенаправить пользователя после успешно выполненного входа. В нашем случае пользователь возвращается обратно на домашнюю страницу.

### Создание ссылки на страницу входа

Добавим ссылку на страницу входа в `base.html`, чтобы она присутствовала на каждой странице. Ссылка не должна отображаться, если пользователь уже прошел процедуру входа, поэтому она вкладывается в тег `{% if %}`:

```
base.html
<p>
Learning Log -
Topics -
❶ {% if user.is_authenticated %}
❷ Hello, {{ user.username }}.
❸ {% else %}
❹ log in
 {% endif %}
</p>

{% block content %}{% endblock content %}
```

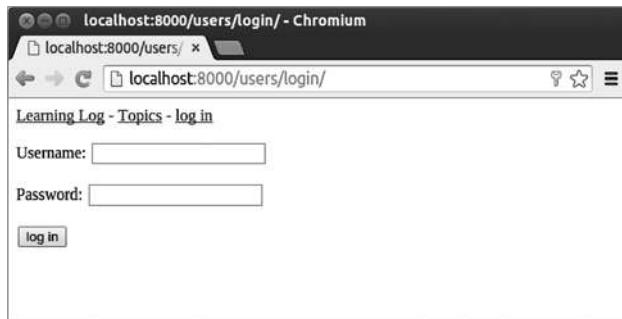
В системе аутентификации Django в каждом шаблоне доступна переменная `user`, в которой всегда присутствует атрибут `is_authenticated`: атрибут равен `True`, если пользователь прошел проверку, и `False` в противном случае. Это позволяет вам выводить разные сообщения для проверенных и непроверенных пользователей.

В данном случае мы выводим приветствие для пользователей, выполнивших вход. У проверенных пользователей устанавливается дополнительный атрибут `username`, который обеспечит личную настройку приветствия и напомнит пользователю о том, что вход был выполнен. В точке ❸ выводится ссылка на страницу входа для пользователей, которые еще не прошли проверку.

### Использование страницы входа

Учетная запись пользователя уже создана; попробуем ввести данные и посмотрим, работает ли страница. Откройте страницу `http://localhost:8000/admin/`. Если вы все еще работаете с правами администратора, найдите ссылку выхода в заголовке и щелкните на ней.

После выхода перейдите по адресу `http://localhost:8000/users/login/`. На экране должна появиться страница входа, похожая на рис. 19.4. Введите имя пользователя и пароль, заданные ранее, и вы снова должны оказаться на странице со списком.

**Рис. 19.4.** Страница входа

В заголовке страницы должно выводиться сообщение с указанием имени пользователя.

## Выход

Теперь необходимо предоставить пользователям возможность выхода из приложения. Мы не будем строить отдельную страницу для выхода; пользователь просто щелкает на ссылке и возвращается к домашней странице. Мы определяем схему URL для ссылки выхода, пишем функцию представления и предоставляем ссылку выхода в `base.html`.

### URL-адрес выхода

Следующий код определяет схему URL для выхода, соответствующую URL `http://localhost:8000/users/logout/`. Файл `users/urls.py` выглядит так:

```
urls.py
...
urlpatterns = [
 # Страница входа
 ...
 # Страница выхода
 url(r'^logout/$', views.logout_view, name='logout'),
]
```

Схема URL отправляет запрос функции `logout_view()`, имя которой выбрано так, чтобы оно отличалось от имени функции `logout()`, вызываемой из представления. (Проследите за тем, чтобы изменения вносились в файл `users/urls.py`, а не в файл `learning_log/urls.py`.)

### Функция представления `logout_view()`

Функция `logout_view()` тривиальна: мы просто импортируем функцию Django `logout()`, вызываем ее, а затем возвращаем пользователя на домашнюю страницу. Откройте файл `users/views.py` и введите следующий код:

```
views.py
from django.http import HttpResponseRedirect
from django.core.urlresolvers import reverse
❶ from django.contrib.auth import logout

def logout_view(request):
 """Завершает сеанс работы с приложением."""
❷ logout(request)
❸ return HttpResponseRedirect(reverse('learning_logs:index'))
```

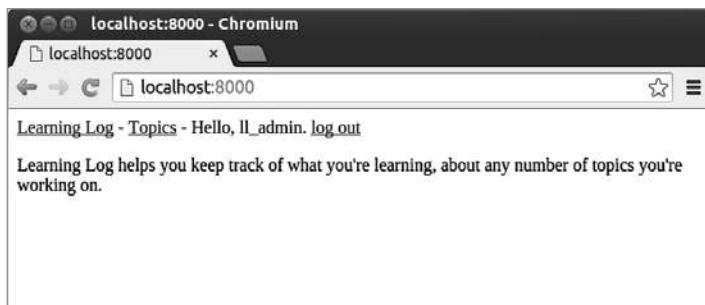
Мы импортируем функцию `logout()` из `django.contrib.auth` ❶. В функции вызывается функция `logout()` ❷, в аргументе которой должен передаваться объект запроса. Затем происходит возврат к домашней странице ❸.

### Ссылка на представление выхода

Теперь нужно создать ссылку для выхода. Мы включим ее в `base.html`, чтобы она была доступна на каждой странице, и включим в секцию `{% if user.is_authenticated %}`, чтобы ссылка была видна только пользователям, уже выполнившим вход:

```
base.html
...
{% if user.is_authenticated %}
Hello, {{ user.username }}.
log out
{% else %}
log in
{% endif %}
...
```

На рис. 19.5 изображена текущая домашняя страница так, как ее видит пользователь, выполнивший вход. Оформление страницы минимально, потому что сейчас нас в первую очередь интересует работа сайта. Когда необходимые функции заработают, можно переходить к стилевому оформлению сайта и приданию ему более профессионального вида.



**Рис. 19.5.** Домашняя страница с персональным приветствием и ссылкой для выхода

## Страница регистрации

Теперь мы построим страницу для регистрации новых пользователей. Для этой цели мы используем класс Django `UserCreationForm`, но напишем собственную функцию представления и шаблон.

### URL-адрес регистрации

Следующий код предоставляет шаблон URL для страницы регистрации — также в файле `users/urls.py`:

```
urls.py
...
urlpatterns = [
 # Страница входа
 ...
 # Страница регистрации
 url(r'^register/$', views.register, name='register'),
]

```

Шаблон соответствует URL `http://localhost:8000/users/register/` и отправляет запросы функции `register()`, которую мы сейчас напишем.

### Функция представления register()

Функция представления `register()` должна вывести пустую форму регистрации при первом запросе страницы регистрации, а затем обрабатывает заполненную форму регистрации при отправке данных. Если регистрация прошла успешно, функция также должна выполнить вход для нового пользователя. Включите следующий код в `users/views.py`:

```
views.py
from django.shortcuts import render
from django.http import HttpResponseRedirect
from django.core.urlresolvers import reverse
from django.contrib.auth import login, logout, authenticate
from django.contrib.auth.forms import UserCreationForm

def logout_view(request):
 ...

def register(request):
 """Регистрирует нового пользователя."""
 if request.method != 'POST':
 # Display blank registration form.
 form = UserCreationForm()
 else:
 # Обработка заполненной формы.
 form = UserCreationForm(data=request.POST)
 ...
 if form.is_valid():
 new_user = form.save()
 # Выполнение входа и перенаправление на домашнюю страницу.

```

```

❸ authenticated_user = authenticate(username=new_user.username,
 password=request.POST['password1'])
❹ login(request, authenticated_user)
❺ return HttpResponseRedirect(reverse('learning_logs:index'))
context = {'form': form}
return render(request, 'users/register.html', context)

```

Сначала импортируется функция `render()`, после чего импортируются функции `login()` и `authenticate()` для выполнения входа пользователя, если регистрационная информация верна. Также импортируется класс `UserCreationForm` по умолчанию. В функции `register()` мы проверяем, отвечает ли функция на запрос POST. Если нет, создается экземпляр `UserCreationForm`, не содержащий исходных данных ❶. В случае ответа на запрос POST создается экземпляр `UserCreationForm`, основанный на отправленных данных ❷. Мы проверяем, что данные верны ❸; в данном случае что имя пользователя содержит правильные символы, пароли совпадают, а пользователь не пытается вставить вредоносные конструкции в отправленные данные.

Если отправленные данные верны, мы вызываем метод `save()` формы для сохранения имени пользователя и хеша пароля в базе данных ❹. Метод `save()` возвращает только что созданный объект пользователя, который сохраняется в `new_user`.

После того как информация пользователя будет сохранена, мы выполняем вход; этот процесс состоит из двух шагов: сначала вызывается функция `authenticate()` с аргументом `new_user.username` и паролем ❺. При регистрации пользователю предлагается ввести два совпадающих пароля; поскольку данные формы верны, мы знаем, что пароли совпадают, и можем использовать любой из них. В данном случае используется значение, связанное с ключом `'password1'` в данных POST формы. Если имя пользователя и пароль верны, метод возвращает проверенный объект пользователя, который сохраняется в `authenticated_user`. Затем вызывается функция `login()` с объектами `request` и `authenticated_user` ❻, которая создает действительный сеанс для нового пользователя.

Наконец, пользователь перенаправляется на домашнюю страницу ❼, где приветствие в заголовке сообщает о том, что регистрация прошла успешно.

### Шаблон регистрации

Шаблон страницы регистрации похож на шаблон страницы входа. Проследите за тем, чтобы он был сохранен в одном каталоге с `login.html`:

```

register.html
{% extends "learning_logs/base.html" %}

{% block content %}

<form method="post" action="{% url 'users:register' %}>
 {% csrf_token %}
 {{ form.as_p }}

<button name="submit">register</button>

```

```
<input type="hidden" name="next" value="{% url 'learning_logs:index' %}" />
</form>

{% endblock content %}
```

Мы снова используем метод `as_p`, чтобы инфраструктура Django могла правильно отобразить все поля формы, включая все сообщения об ошибках, если форма была заполнена неправильно.

## Создание ссылки на страницу регистрации

Следующий шаг — добавление кода для вывода ссылки на страницу регистрации для любого пользователя, еще не выполнившего вход:

```
base.html
...
{% if user.is_authenticated %}
Hello, {{ user.username }}.
log out
{% else %}
 register -
 log in
{% endif %}
...
...
```

Теперь пользователи, выполнившие вход, получат персональное приветствие и ссылку для выхода. Другие пользователи видят ссылку на страницу регистрации и ссылку для входа. Проверьте страницу регистрации, создав несколько учетных записей с разными именами пользователей.

В следующем разделе доступ к некоторым страницам будет ограничен, чтобы страницы были доступны только для зарегистрированных пользователей. Также необходимо позаботиться о том, чтобы каждая тема принадлежала конкретному пользователю.

### ПРИМЕЧАНИЕ

Такая система регистрации позволяет любому пользователю создать сколько угодно учетных записей Learning Log. Однако некоторые системы требуют, чтобы пользователь подтвердил свою заявку, отправляя сообщение электронной почты, на которое пользователь должен ответить. При таком подходе в системе будет создано меньше спамерских учетных записей, чем в простейшей системе из нашего примера. Но пока вы только учитесь строить приложения, вполне нормально тренироваться на упрощенной системе регистрации вроде используемой нами.

### УПРАЖНЕНИЯ

19-2. Учетные записи в блоге: добавьте систему аутентификации и регистрации в проект Blog, работа над которым началась в упражнении 19-1 (с. 419). Проследите за тем, чтобы пользователь, выполнивший вход, видел свое имя где-то на экране, а незарегистрированные пользователи видели ссылку на страницу регистрации.

## Редактирование данных

Пользователь должен иметь возможность вводить данные, принадлежащие только ему лично. Мы создадим систему, которая будет определять, какому пользователю принадлежат те или иные данные, и ограничивать доступ к страницам, чтобы пользователь мог работать только с принадлежащими ему данными.

В этом разделе мы изменим модель `Topic`, чтобы каждая тема принадлежала конкретному пользователю. При этом также автоматически решается проблема с записями, так как каждая запись принадлежит конкретной теме. Начнем с ограничения доступа к страницам.

### Ограничение доступа с использованием `@login_required`

Django позволяет легко ограничить доступ к определенным страницам для пользователей, выполнивших вход, с помощью декоратора `@login_required`. Декоратор (`decorator`) представляет собой директиву, размещенную непосредственно перед определением функции, применяемую к функции перед ее выполнением и влияющую на поведение кода. Рассмотрим пример.

#### Ограничение доступа к страницам тем

Каждая тема будет принадлежать пользователю, поэтому только зарегистрированные пользователи смогут запрашивать страницы тем. Добавьте следующий код в `learning_logs/views.py`:

```
views.py
...
from django.core.urlresolvers import reverse
from django.contrib.auth.decorators import login_required

from .models import Topic, Entry
...

@login_required
def topics(request):
 """Выводит все темы."""
 ...
```

Сначала импортируется функция `login_required()`. Мы применяем `login_required()` как декоратор для функции представления `topics()`, для чего перед именем `login_required()` ставится знак `@`; он сообщает Python, что этот код должен выполняться перед кодом `topics()`.

Код `login_required()` проверяет, выполнил ли пользователь вход, и Django выполняет код `topics()` только при выполнении этого условия. Если же пользователь не выполнил вход, он перенаправляется на страницу входа.

Чтобы перенаправление работало, необходимо внести изменения `settings.py` и сообщить Django, где искать страницу входа. Добавьте следующий фрагмент в самый конец `settings.py`:

```
settings.py
"""
Django settings for learning_log project
...

Моя настройка
LOGIN_URL = '/users/login/'
```

Когда пользователь, не прошедший проверку, запрашивает страницу, защищенную декоратором `@login_required`, Django отправляет пользователя на URL-адрес, определяемый `LOGIN_URL` в `settings.py`.

Чтобы протестировать эту возможность, завершите сеанс в любой из своих учетных записей и вернитесь на домашнюю страницу. Щелкните на ссылке **Topics**, которая должна направить вас на страницу входа. Выполните вход с любой из своих учетных записей, на домашней странице снова щелкните на ссылке **Topics**. На этот раз вы получите доступ к странице со списком тем.

## Ограничение доступа в Learning Log

Django упрощает ограничение доступа к страницам, но вы должны решить, какие страницы следует защищать. Лучше сначала подумать, к каким страницам можно разрешить неограниченный доступ, а затем ограничить его для всех остальных страниц. Снять излишние ограничения несложно, причем это куда менее рискованно, чем оставлять действительно важные страницы без ограничения доступа.

В приложении Learning Log мы оставим неограниченный доступ к домашней странице, странице регистрации и выхода. Доступ ко всем остальным страницам будет ограничен.

Вот как выглядит файл `learning_logs/views.py` с декораторами `@login_required`, примененными к каждому представлению, кроме `index()`:

```
views.py
...
@login_required
def topics(request):
 ...

@login_required
def topic(request, topic_id):
 ...

@login_required
def new_topic(request):
 ...

@login_required
def new_entry(request, topic_id):
 ...

@login_required
def edit_entry(request, entry_id):
 ...
```

Попробуйте обратиться к любой из этих страниц без выполнения входа: вы будете перенаправлены обратно на страницу входа. Кроме того, вы не сможете щелкать на ссылках на такие страницы, как `new_topic`. Но если ввести URL `http://localhost:8000/new_topic/`, вы будете перенаправлены на страницу входа. Ограничьте доступ ко всем URL-адресам, связанным с личными данными пользователей.

## Связывание данных с конкретными пользователями

Теперь данные, отправленные пользователем, необходимо связать с тем пользователем, который их отправил. Связь достаточно установить только с данными, находящимися на высшем уровне иерархии, а низкоуровневые данные последуют за ними автоматически. Например, в приложении Learning Log на высшем уровне находятся темы, а каждая запись связывается с некоторой темой. Если каждая тема принадлежит конкретному пользователю, мы сможем отследить владельца каждой записи в базе данных.

Изменим модель `Topic` и добавим отношение внешнего ключа с пользователем. После этого необходимо провести миграцию базы данных. Наконец, необходимо изменить некоторые представления, чтобы в них отображались только данные, связанные с текущим пользователем.

### Изменение модели Topic

В файле `models.py` изменяются всего две строки:

```
models.py
from django.db import models
from django.contrib.auth.models import User

class Topic(models.Model):
 """Тема, которую изучает пользователь"""
 text = models.CharField(max_length=200)
 date_added = models.DateTimeField(auto_now_add=True)
 owner = models.ForeignKey(User)

 def __str__(self):
 """Возвращает строковое представление модели."""
 return self.text

class Entry(models.Model):
 ...
```

Сначала модель `User` импортируется из `django.contrib.auth`. Затем в `Topic` добавляется поле `owner`, используемое в отношении внешнего ключа с моделью `User`.

### Идентификация существующих пользователей

При проведении миграции Django модифицирует базу данных, чтобы в ней хранилась связь между каждой темой и пользователем. Для выполнения миграции Django необходимо знать, с каким пользователем должна быть связана каждая существующая тема. Проще всего связать все существующие темы с одним поль-

зователем, например суперпользователем. Но для этого сначала необходимо узнать идентификатор этого пользователя.

Просмотрим идентификаторы всех пользователей, созданных до настоящего момента. Запустите сеанс оболочки Django и введите следующие команды:

```
(venv)learning_log$ python manage.py shell
❶ >>> from django.contrib.auth.models import User
❷ >>> User.objects.all()
[<User: ll_admin>, <User: eric>, <User: willie>]
❸ >>> for user in User.objects.all():
... print(user.username, user.id)
...
ll_admin 1
eric 2
willie 3
>>>
```

В точке ❶ в сеанс оболочки импортируется модель `User`. После этого просматриваются все пользователи, созданные до настоящего момента ❷. В выходных данных перечислены три пользователя: `ll_admin`, `eric` и `willie`.

В точке ❸ перебирается список пользователей, и для каждого пользователя выводится его имя и идентификатор. Когда Django спросит, с каким пользователем связать существующие темы, мы используем один из этих идентификаторов.

## Миграция базы данных

Зная значение идентификатора, можно провести миграцию базы данных.

```
❶ (venv)learning_log$ python manage.py makemigrations learning_logs
❷ You are trying to add a non-nullable field 'owner' to topic without a default;
 we can't do that (the database needs something to populate existing rows).
❸ Please select a fix:
 1) Provide a one-off default now (will be set on all existing rows)
 2) Quit, and let me add a default in models.py
❹ Select an option: 1
❺ Please enter the default value now, as valid Python
The datetime and django.utils.timezone modules are available, so you can do
e.g. timezone.now()
❻ >>> 1
Migrations for 'learning_logs':
 0003_topic_owner.py:
 - Add field owner to topic
```

Сначала выдается команда `makemigrations` ❶. В ее выходных данных ❷ Django сообщает, что мы пытаемся добавить обязательное поле (значения которого отличны от `null`) в существующую модель (`topic`) без указания значения по умолчанию. Django предоставляет два варианта ❸: мы можем либо указать значение по умолчанию прямо сейчас, либо завершить выполнение программы и добавить значение по умолчанию в `models.py`. В точке ❹ выбирается первый вариант. Тогда Django запрашивает значение по умолчанию ❺.

Чтобы связать все существующие темы с исходным административным пользователем `ll_admin`, я ввел в точке ❺ идентификатор пользователя 1. Вы можете

использовать идентификатор любого из созданных пользователей; он не обязан быть суперпользователем. Django проводит миграцию базы данных, используя это значение, и создает файл миграции `0003_topic_owner.py`, добавляющий поле `owner` в модель `Topic`.

Теперь можно провести миграцию. Введите следующую команду в активной виртуальной среде:

```
(venv)learning_log$ python manage.py migrate
Operations to perform:
 Synchronize unmigrated apps: messages, staticfiles
 Apply all migrations: learning_logs, contenttypes, sessions, admin, auth
 ...
Running migrations:
 Rendering model states... DONE
❶ Applying learning_logs.0003_topic_owner... OK
(venv)learning_log$
```

Django применяет новую миграцию с результатом `OK` ❶. Чтобы убедиться в том, что миграция сработала так, как и ожидалось, можно воспользоваться интерактивной оболочкой:

```
❶ >>> from learning_logs.models import Topic
❷ >>> for topic in Topic.objects.all():
... print(topic, topic.owner)
...
Chess 11_admin
Rock Climbing 11_admin
>>>
```

После импортирования `Topic` из `learning_logs.models` ❶ мы перебираем все существующие темы, выводим каждую тему и имя пользователя, которому она принадлежит ❷. Как видите, сейчас каждая тема принадлежит пользователю `11_admin`.

### ПРИМЕЧАНИЕ

Вместо миграции можно просто сбросить содержимое базы данных, но это приведет к потере всех существующих данных. Полезно научиться выполнять миграцию базы данных без нарушения целостности данных пользователей. Если вы хотите начать с новой базы данных, используйте команду `python manage.py flush` для повторного построения структуры базы данных. Вам придется создать нового суперпользователя, а все данные будут потеряны.

## Ограничение доступа к темам

В настоящее время пользователь, выполнивший вход, будет видеть все темы независимо от того, под какой учетной записью он вошел. Сейчас мы изменим приложение, чтобы каждый пользователь видел только принадлежащие ему темы.

Внесите следующее изменение в функцию `topics()` в файле `views.py`:

```
views.py
...
@login_required
```

```
def topics(request):
 """Выводит список тем."""
 topics = Topic.objects.filter(owner=request.user).order_by('date_added')
 context = {'topics': topics}
 return render(request, 'learning_logs/topics.html', context)
 ...
```

Если пользователь выполнил вход, в объекте запроса устанавливается атрибут `request.user` с информацией о пользователе. Фрагмент кода `Topic.objects.filter(owner=request.user)` приказывает Django извлечь из базы данных только те объекты `Topic`, у которых атрибут `owner` соответствует текущему пользователю. Так как способ отображения не изменяется, изменять шаблон для страницы тем вообще не нужно.

Чтобы увидеть, как работает этот способ, выполните вход в качестве пользователя, с которым связаны все существующие темы, и перейдите к странице со списком тем. На ней должны отображаться все темы. Теперь завершите сеанс и войдите снова с другой учетной записью. На этот раз страница должна быть пустой.

## Защита тем пользователя

Никаких реальных ограничений на доступ к страницам еще не существует, поэтому любой зарегистрированный пользователь может опробовать разные URL (например, `http://localhost:8000/topics/1/`) и просмотреть страницы тем, которые ему удастся подобрать.

Попробуйте сделать это. После входа с учетной записью суперпользователя скопируйте URL или запишите идентификатор в URL темы, после чего завершите сеанс и войдите снова от имени другого пользователя. Введите URL этой темы. Вам удастся прочитать все записи, хотя сейчас вы вошли под именем другого пользователя.

Чтобы решить эту проблему, мы будем выполнять проверку перед получением запрошенных данных в функции представления `topic()`:

```
views.py
from django.shortcuts import render
❶ from django.http import HttpResponseRedirect, Http404
from django.core.urlresolvers import reverse
...
@login_required
def topic(request, topic_id):
 """Выводит одну тему и все ее записи."""
 topic = Topic.objects.get(id=topic_id)
 # Проверка того, что тема принадлежит текущему пользователю.
❷ if topic.owner != request.user:
 raise Http404

 entries = topic.entry_set.order_by('-date_added')
 context = {'topic': topic, 'entries': entries}
 return render(request, 'learning_logs/topic.html', context)
 ...
```

Код 404 – стандартное сообщение об ошибке, которое возвращается в тех случаях, когда запрошенный ресурс не существует на сервере. В данном случае мы импортируем исключение `Http404` ❶, которое будет выдаваться программой при запросе пользователем темы, которую ему видеть не положено. Получив запрос темы, перед отображением страницы мы убеждаемся в том, что пользователь этой темы является текущим пользователем приложения. Если тема не принадлежит текущему пользователю, выдается исключение `Http404` ❷, а Django возвращает страницу с ошибкой 404.

Пока при попытке просмотреть записи другого пользователя вы получите от Django сообщение «Страница не найдена». В главе 20 проект будет настроен так, чтобы пользователь видел полноценную страницу ошибки.

## Защита страницы `edit_entry`

Страницы `edit_entry` используют URL-адреса в форме `http://localhost:8000/edit_entry/entry_id/`, где `entry_id` – число. Защитим эту страницу, чтобы никто не мог подобрать URL для получения доступа к чужим записям:

```
views.py
...
@login_required
def edit_entry(request, entry_id):
 """Редактирует существующую запись."""
 entry = Entry.objects.get(id=entry_id)
 topic = entry.topic
 if topic.owner != request.user:
 raise Http404

 if request.method != 'POST':
 # Исходный запрос; форма заполняется данными текущей записи.
 ...
```

Программа читает запись и тему, связанную с этой записью. Затем мы проверяем, совпадает ли владелец темы с текущим пользователем; при несовпадении выдается исключение `Http404`.

## Связывание новых тем с текущим пользователем

В настоящее время страница добавления новых тем несовершенна, потому что она не связывает новые темы с конкретным пользователем. При попытке добавить новую тему выдается сообщение об ошибке `IntegrityError` с уточнением `learning_logs_topic.user_id may not be NULL`. Django говорит, что при создании новой темы обязательно должно быть задано значение поля `owner`.

Проблема легко решается, потому что мы можем получить доступ к информации текущего пользователя через объект `request`. Добавьте следующий код, связывающий новую тему с текущим пользователем:

```
views.py
...
...
```

```

@login_required
def new_topic(request):
 """Определяет новую тему."""
 if request.method != 'POST':
 # Данные не отправлялись; создается пустая форма.
 form = TopicForm()
 else:
 # Отправлены данные POST; обработать данные.
 form = TopicForm(request.POST)
 if form.is_valid():
 ❶ new_topic = form.save(commit=False)
 ❷ new_topic.owner = request.user
 ❸ new_topic.save()
 return HttpResponseRedirect(reverse('learning_logs:topics'))

context = {'form': form}
return render(request, 'learning_logs/new_topic.html', context)
...

```

При первом вызове `form.save()` передается аргумент `commit=False`, потому что новая тема должна быть изменена перед сохранением в базе данных ❶. Атрибуту `owner` новой темы присваивается текущий пользователь ❷. Наконец, мы вызываем `save()` для только что определенного экземпляра темы ❸. Теперь тема содержит все обязательные данные, и ее сохранение пройдет успешно.

Вы сможете добавить сколько угодно новых тем для любого количества разных пользователей. Каждому пользователю будут доступны только его собственные данные, какие бы операции он ни пытался выполнять: просмотр данных, ввод новых или изменение существующих данных.

## УПРАЖНЕНИЯ

19-3. Рефакторинг: в `views.py` есть два места, в которых программа проверяет, что пользователь, связанный с темой, является текущим пользователем. Поместите код этой проверки в функцию с именем `check_topic_owner()` и вызовите эту функцию при необходимости.

19-4. Защита `new_entry`: пользователь может попытаться добавить новую запись в журнал другого пользователя, вводя URL-адрес с идентификатором темы, принадлежащей другому пользователю. Чтобы предотвратить подобные атаки, перед сохранением новой записи проверьте, что текущий пользователь является владельцем темы, к которой относится запись.

19-5. Защищенный блог: в проекте `Blog` примите меры к тому, чтобы каждое сообщение в блоге было связано с конкретным пользователем. Убедитесь в том, что чтение всех сообщений доступно всем пользователям, но только зарегистрированные пользователи могут создавать новые и редактировать существующие сообщения. В представлении, в котором пользователи редактируют сообщения, перед обработкой формы убедитесь в том, что редактируемое сообщение принадлежит именно этому пользователю.

## Итоги

В этой главе вы научились использовать формы для создания новых тем и записей, а также редактирования существующих данных. Далее мы перешли к реализации системы учетных записей. Вы предоставили существующим пользова-

телям возможность начинать и завершать сеанс работы с приложением, а также научились использовать класс `Django UserCreationForm` для создания новых учетных записей.

После создания простой системы аутентификации и регистрации пользователей вы ограничили доступ пользователей к некоторым страницам; для этого использовался декоратор `@login_required`. Затем данные были связаны с конкретными пользователями при помощи отношения внешнего ключа. Вы также узнали, как выполнить миграцию базы данных, когда миграция требует ввести данные по умолчанию.

В последней части главы вы узнали, как ограничить состав данных, просматриваемых пользователем, с использованием функций представления. Для чтения соответствующих данных использовался метод `filter()`, а владелец запрашиваемых данных сравнивался с текущим пользователем.

Не всегда бывает сразу понятно, какие данные должны быть доступны всем пользователям, а какие данные следует защищать, но этот навык приходит с практикой. Решения, принятые нами в этой главе для защиты данных пользователей, наглядно показывают, почему при построении проекта желательно работать в команде: если кто-то просматривает код вашего проекта, это повышает вероятность выявления плохо защищенных областей.

К настоящему моменту мы построили полностью функционирующий проект, работающий на локальной машине. В последней главе мы доработаем оформление приложения Learning Log, чтобы оно выглядело более привлекательно. Также проект будет развернут на сервере, чтобы любой пользователь с доступом к Интернету мог зарегистрироваться и создать учетную запись.

# 20

## Оформление и развертывание приложения

Приложение Learning Log уже вполне работоспособно, но оно не имеет стилевого оформления и работает только на локальной машине. В этой главе мы определим для проекта простое, но профессиональное оформление, а затем развернем его на сервере, чтобы любой желающий мог создать учетную запись.

Для стилевого оформления будет использоваться библиотека Bootstrap — набор инструментов для оформления веб-приложений, с которыми они будут выглядеть профессионально на любых современных устройствах, от большого монитора с плоским экраном до смартфона. Для этого мы воспользуемся приложением `django-bootstrap3`, а вы заодно потренируетесь в использовании приложений, созданных другими разработчиками Django.

Для развертывания Learning Log будет использоваться Heroku — сайт, позволяющий загрузить ваш проект на один из его серверов, чтобы сделать его доступным для любого пользователя с подключением к Интернету. Также мы начнем пользоваться системой контроля версий Git для отслеживания изменений в проекте.

Когда работа с Learning Log будет завершена, вы будете уметь разрабатывать простые веб-приложения, придавать им качественный внешний вид и развертывать их на работающих серверах. Также по мере накопления опыта вы научитесь пользоваться ресурсами с материалами более высокого уровня.

### Оформление приложения Learning Log

До сих пор мы намеренно игнорировали оформление приложения, чтобы сосредоточиться на его функциональности. И это вполне разумный подход к разработке, потому что приложение приносит пользу только в том случае, если оно работает. Конечно, когда приложение начинает работать, оформление выходит на первый план, чтобы пользователи захотели работать с ним.

В этом разделе я кратко опишу приложение `django-bootstrap3` и покажу, как интегрировать его в проект и подготовить к развертыванию.

## Приложение django-bootstrap3

Для интеграции Bootstrap в наш проект будет использоваться приложение `django-bootstrap3`. Это приложение загружает необходимые файлы Bootstrap, размещает их в правильных каталогах проекта и предоставляет доступ к стилевым директивам в шаблонах проекта.

Чтобы установить `django-bootstrap3`, введите следующую команду в активной виртуальной среде:

```
(11_env)learning_log$ pip install django-bootstrap3
...
Successfully installed django-bootstrap3
```

Затем необходимо добавить следующий код для включения `django-bootstrap3` в список `INSTALLED_APPS` в файле `settings.py`:

```
settings.py
...
INSTALLED_APPS = (
...
'django.contrib.staticfiles',

Сторонние приложения
'bootstrap3',

Мои приложения
'learning_logs',
'users',
)
...
```

Создайте новую секцию для приложений, созданных другими разработчиками, и включите в нее запись `'bootstrap3'`. Обычно приложения должны включаться в `INSTALLED_APPS`, но для надежности прочитайте инструкции по установке конкретного приложения.

Приложение `django-bootstrap3` должно включать jQuery — библиотеку JavaScript, которая содержит некоторые интерактивные элементы, предоставляемые шаблоном Bootstrap. Добавьте следующий код в конец `settings.py`:

```
settings.py
...
Мои настройки
LOGIN_URL = '/users/login/'

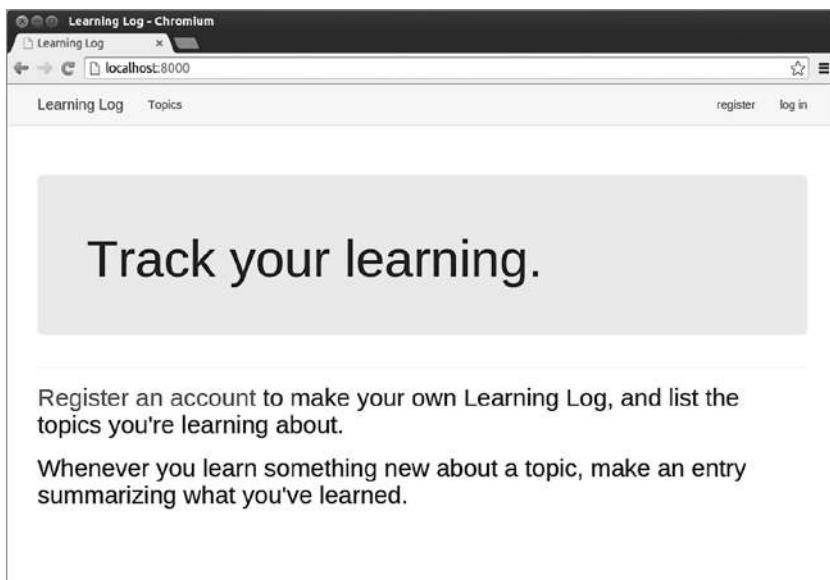
Настройки django-bootstrap3
BOOTSTRAP3 = {
 'include_jquery': True,
}
```

Этот фрагмент избавляет вас от необходимости загружать библиотеку jQuery и размещать ее в правильном каталоге вручную.

## Использование Bootstrap для оформления Learning Log

По сути Bootstrap представляет собой большой набор инструментов стилевого оформления. Также библиотека содержит ряд шаблонов, которые можно применить к проекту для формирования общего стиля. Если вы только начинаете работать с Bootstrap, вам будет намного проще воспользоваться этими шаблонами, чем использовать отдельные инструменты оформления. Чтобы просмотреть шаблоны, предоставляемые Bootstrap, перейдите в раздел *Getting Started* на сайте <http://getbootstrap.com/>; прокрутите страницу до заголовка *Examples* и найдите раздел *Navbars in action*. Мы воспользуемся шаблоном *Static top navbar*, который предоставляет простую панель навигации у верхнего края, заголовок страницы и контейнер для ее содержимого.

На рис. 20.1 показано, как будет выглядеть домашняя страница после применения шаблона Bootstrap к *base.html* и незначительного изменения *index.html*.



**Рис. 20.1.** Домашняя страница Learning Log

Теперь вы знаете, к какому результату мы стремимся, и вам будет проще понять дальнейшие пояснения.

### Изменение *base.html*

Шаблон *base.html* необходимо изменить так, чтобы в нем был задействован шаблон Bootstrap. Новая версия *base.html* будет представлена в несколько этапов.

## Определение заголовков HTML

Первое изменение в `base.html`: заголовки HTML определяются в файле, чтобы при открытии страницы Learning Log в строке заголовка браузера выводилось имя сайта. Также будут добавлены некоторые требования для использования Bootstrap в шаблонах. Удалите все содержимое `base.html` и замените его следующим кодом:

```
base.html
❶ {% load bootstrap3 %}

❷ <!DOCTYPE html>
❸ <html lang="en">
❹ <head>
 <meta charset="utf-8">
 <meta http-equiv="X-UA-Compatible" content="IE=edge">
 <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1">

❺ <title>Learning Log</title>

❻ {% bootstrap_css %}
 {% bootstrap_javascript %}

❽ </head>
```

В точке ❶ загружается коллекция шаблонных тегов из `django-bootstrap3`. Затем файл объявляется как документ HTML ❷, написанный на английском языке ❸. Файл HTML состоит из двух основных частей, заголовка и тела — заголовок файла начинается в точке ❹. Заголовок файла HTML не содержит контента: он всего лишь передает браузеру информацию, необходимую для правильного отображения страницы. В точке ❺ включается элемент `title` страницы; его содержимое будет выводиться в строке заголовка браузера при открытии Learning Log. В точке ❻ используется один из шаблонных тегов `django-bootstrap3`, который приказывает Django включить все стилевые файлы Bootstrap. Следующий тег активизирует все интерактивное поведение, которое может использоваться на странице, — например, раздвижные навигационные панели. В точке ❽ располагается закрывающий тег `</head>`.

## Определение навигационной панели

В верхней части страницы определяется навигационная панель:

```
...
</head>

<body>
 <!-- Статическая навигационная панель -->
❶ <nav class="navbar navbar-default navbar-static-top">
 <div class="container">

 <div class="navbar-header">
 <button type="button" class="navbar-toggle collapsed"
 data-toggle="collapse" data-target="#navbar"
 aria-expanded="false" aria-controls="navbar">
```

```
❶ </button>
❷
❸ Learning Log
❹ </div>

❺ <div id="navbar" class="navbar-collapse collapse">
❻ <ul class="nav navbar-nav">
❼ Topics
➋

❽ <ul class="nav navbar-nav navbar-right">
❾ {% if user.is_authenticated %}
 <a>Hello, {{ user.username }}.
 log out
❿ {% else %}
 register
 log in
❬ {% endif %}
❭
❮ </div><!--/.nav-collapse -->

❯ </div>
❰ </nav>
```

Первый элемент — открывающий тег `<body>`. Тело файла HTML содержит контент, который будет виден пользователям на странице. В точке ❶ элемент `<nav>` обозначает раздел навигационных ссылок на странице. Весь контент внутри этого элемента оформляется по правилам Bootstrap, определяемым селекторами `navbar`, `navbar-default` и `navbar-static-top`. Селектор определяет, к каким элементам страницы должно применяться стилевое правило.

В точке ❷ шаблон определяет кнопку, которая будет отображаться, если ширины окна браузера не хватает для горизонтального отображения всей навигационной панели. Когда пользователь нажимает кнопку, навигационные элементы выводятся в раскрывающемся списке. Атрибут `collapse` сворачивает навигационную панель при уменьшении размеров окна браузера и при отображении сайта на мобильных устройствах с малыми экранами.

В точке ❸ имя проекта выводится у левого края навигационной панели. Так как это имя будет присутствовать на каждой странице проекта, оно оформляется в виде ссылки на домашнюю страницу.

В точке ❹ определяется набор ссылок для навигации по сайту. Панель навигации фактически представляет собой список, начинающийся с `<ul>` ❺, а каждая ссылка является элементом списка (`<li>`) ❻. Чтобы включить новые ссылки, добавьте строки со следующей структурой:

```
Текст
```

Эта строка представляет одну ссылку на навигационной панели. Ссылка берется непосредственно из предыдущей версии `base.html`.

В точке ➋ создается второй список навигационных ссылок, на этот раз с использованием селектора `navbar-right`. Селектор `navbar-right` оформляет набор ссылок

так, что он выводится в правой части навигационной панели, где обычно отображаются ссылки для входа/регистрации пользователя. В данном случае выводится либо приветствие для пользователя и ссылка для выхода, либо ссылки для регистрации и входа. Остальной код этого раздела закрывает элементы, содержащие навигационную панель ❸.

## Определение основного раздела страницы

Оставшаяся часть `base.html` содержит основной контент страницы:

```
...
</nav>

❶ <div class="container">
 <div class="page-header">
❷ {% block header %}{% endblock header %}
 </div>
 <div>
❸ {% block content %}{% endblock content %}
 </div>
 </div> <!-- /container -->

 </body>
</html>
```

В точке ❶ открывается тег `div` с классом `container`. Тег `div` определяет часть веб-страницы, которая может использоваться для любых целей и может оформляться с применением обрамления, пустого пространства вокруг элемента (полей), пустого пространства между содержимым и границей области (отступов), цветов фона и других стилевых правил. Этот конкретный элемент `div` выполняет функции контейнера для размещения двух элементов: нового блока с именем `header` ❷ и блока `content`, использовавшегося в главе 18 ❸. Блок `header` содержит сведения о том, какая информация размещается на странице и что можно сделать на странице. Ему назначается класс `page-header`, который применяет к блоку набор стилевых правил. Блок `content` размещается в отдельном элементе `div` без явного задания стилевых классов.

Загрузив домашнюю страницу Learning Log в браузере, вы увидите профессиональную навигационную панель, изображенную на рис. 20.1. Попробуйте изменить размеры окна, заметно уменьшив его ширину; навигационная панель должна превратиться в кнопку. Щелкните на кнопке, и все ссылки появятся в раскрывающемся списке.

### ПРИМЕЧАНИЕ

Эта упрощенная версия шаблона Bootstrap должна работать в большинстве современных браузеров. В старых браузерах некоторые стили могут отображаться некорректно. Полный шаблон, доступный по адресу <http://getbootstrap.com/getting-started/#examples/>, будет работать почти во всех существующих браузерах.

## Модификация домашней страницы

Изменим домашнюю страницу при помощи нового блока `header` и другого элемента Bootstrap, так называемого *m* блока (*jumbotron*) — большого блока, который выдается на общем фоне страницы и может содержать любую информацию на ваше усмотрение. Обычно этот элемент используется на домашних страницах для размещения краткого описания проекта в целом. И раз уж мы занялись домашней страницей, заодно обновим текст сообщения. Файл `index.html` выглядит так:

```
index.html
{% extends "learning_logs/base.html" %}

❶ {% block header %}
❷ <div class='jumbotron'>
 <h1>Track your learning.</h1>
 </div>
 {% endblock header %}

 ❸ {% block content %}
 <h2>
 Register an account to make
 your own Learning Log, and list the topics you're learning about.
 </h2>
 <h2>
 Whenever you learn something new about a topic, make an entry
 summarizing what you've learned.
 </h2>
 {% endblock content %}
```

В точке ❶ мы сообщаем Django о том, что далее следует определение содержимого блока `header`. В элементе `jumbotron` ❷ размещается краткий подзаголовок *Track your learning*, который дает посетителям представление о том, что делает Learning Log. В точке ❸ добавляется текст, который поможет сориентироваться неопытным пользователям. Приложение предлагает посетителю создать учетную запись, а также описывает два основных действия — создание новых тем и создание записей по темам. Страница на рис. 20.1 выглядит намного лучше, чем страница нашего проекта с простейшим оформлением.

## Оформление страницы входа

Мы усовершенствовали внешний вид страницы входа, но формы входа изменения пока некоснулись. Приведем внешний вид формы в соответствие с остальными элементами страницы:

```
Login.html
{% extends "learning_logs/base.html" %}

❶ {% load bootstrap3 %}

❷ {% block header %}
 <h2>Log in to your account.</h2>
```

```

 {% endblock header %}

 {% block content %}

❸ <form method="post" action="{% url 'users:login' %}" class="form">
 {% csrf_token %}
❹ {% bootstrap_form form %}

❺ {% buttons %}
 <button name="submit" class="btn btn-primary">log in</button>
 {% endbuttons %}

<input type="hidden" name="next" value="{% url 'learning_logs:index' %}" />
</form>

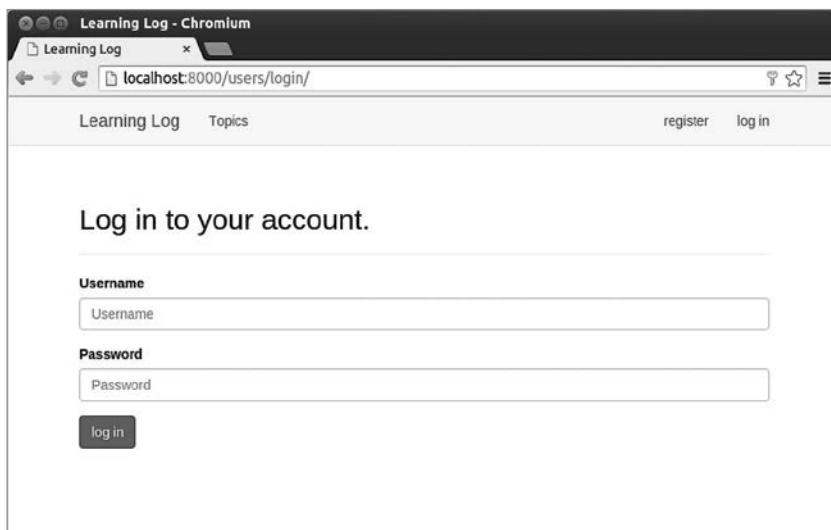
 {% endblock content %}

```

В точке ❶ в шаблон загружаются шаблонные теги `bootstrap3`. В точке ❷ определяется блок `header`, который описывает, для чего нужна страница. Обратите внимание: блок `{% if form.errors %}` удален из шаблона; `django-bootstrap3` управляет ошибками формы автоматически.

В точке ❸ добавляется атрибут `class="form"`, после чего при отображении формы ❹ используется шаблонный тег `{% bootstrap_form %}`; он заменяет тег `{{ form.as_p }}`, используемый в главе 19. Шаблонный тег `{% bootstrap_form %}` вставляет правила в стиле Bootstrap в отдельные элементы формы при ее построении. В точке ❺ открывается шаблонный тег `bootstrap3` `{% buttons %}`, который добавляет стилевое оформление Bootstrap к кнопкам.

На рис. 20.2 показана форма входа так, как она выглядит сейчас. Страница стала намного чище, ее оформление — последовательно, а предназначение — предельно ясно.



**Рис. 20.2.** Страница входа, оформленная с использованием Bootstrap

Попробуйте выполнить вход с неверным именем пользователя или паролем; вы увидите, что даже сообщения об ошибках следуют тому же стилю оформления и хорошо интегрируются с сайтом в целом.

## Оформление страницы new\_topic

Приведем остальные страницы к тому же стилю оформления. Следующей будет преобразована страница new\_topic:

```
new_topic.html
{% extends "learning_logs/base.html" %}
{% load bootstrap3 %}

❶ {% block header %}
 <h2>Add a new topic:</h2>
 {% endblock header %}

 {% block content %}

❷ <form action="{% url 'learning_logs:new_topic' %}" method='post'
 class="form">

 {% csrf_token %}
❸ {% bootstrap_form form %}

❹ {% buttons %}
 <button name="submit" class="btn btn-primary">add topic</button>
 {% endbuttons %}

 </form>

 {% endblock content %}
```

В основном эти изменения аналогичны тем, которые были применены в login.html: мы загружаем bootstrap3 и добавляем блок header с соответствующим сообщением ❶. Затем в тег <form> добавляется class="form" ❷, {{ form.as\_p }} заменяется шаблонным тегом {% bootstrap\_form %} ❸, а для кнопки отправки данных используется структура bootstrap3 ❹. Выполните вход и перейдите к странице new\_topic; сейчас она должна быть похожа на страницу входа.

## Оформление страницы со списком тем

А теперь позаботимся о том, чтобы страницы для просмотра информации также были выдержаны в том же стиле. Начнем со страницы со списком тем:

```
topics.html
{% extends "learning_logs/base.html" %}

❶ {% block header %}
 <h1>Topics</h1>
 {% endblock header %}
```

```
{% block content %}

{% for topic in topics %}
- ② <h3>
 {{ topic }}
 </h3>

{% empty %}
- No topics have been added yet.
{% endfor %}

❸ <h3>Add new topic</h3>

{% endblock content %}
```

Тег `{% load bootstrap3 %}` не нужен, потому что в этом файле не используются никакие шаблонные теги `bootstrap3`. Заголовок `Topics` добавляется в блок `header` ❶. Каждая тема оформляется как элемент `<h3>`, чтобы она выводилась чуть более крупным шрифтом на странице ❷; то же самое делается со ссылкой добавления новой темы ❸.

## Оформление записей на странице темы

Страница темы содержит больше контента, чем большинство страниц, поэтому над ней придется потрудиться. Чтобы записи визуально выделялись, мы воспользуемся панелями Bootstrap. `P` нель представляет собой элемент `div` с заранее определенным стилем и идеально подходит для отображения записей темы:

```
topic.html
{% extends 'learning_logs/base.html' %}

❶ {% block header %}
 <h2>{{ topic }}</h2>
 {% endblock header %}

 {% block content %}

add new entry

 <p>
 {% for entry in entries %}
 ❷ <div class="panel panel-default">
 ❸ <div class="panel-heading">
 ❹ <h3>
 {{ entry.date_added|date:'M d, Y H:i' }}
 ❺ <small>

 edit entry
 </small>
 ❻ </div>
 </div>


```

```

 </small>
 </h3>
</div>

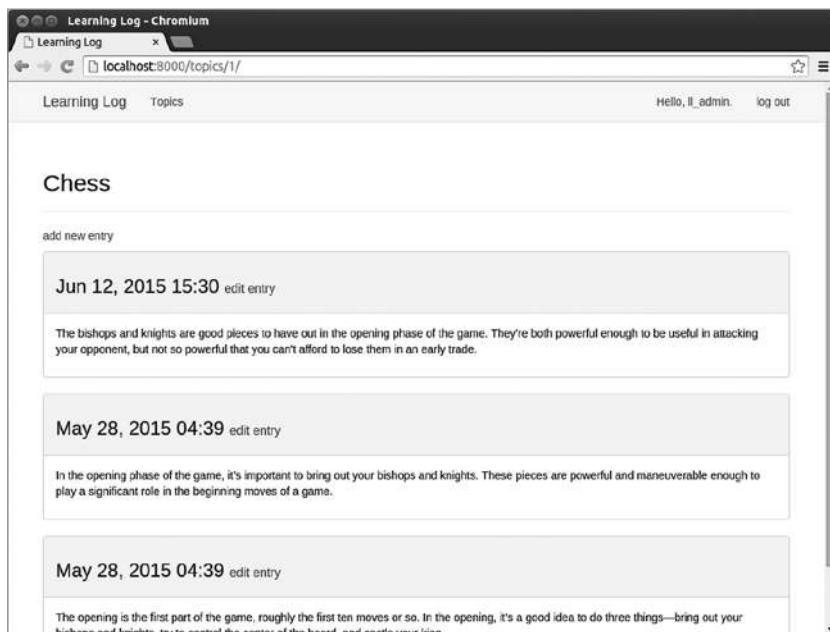
{{ entry.text|linebreaks }}
</div>
</div> <!-- panel -->
{% empty %}
 There are no entries for this topic yet.
{% endfor %}

{% endblock content %}


```

Сначала тема размещается в блоке `header` ❶. Затем удаляется структура неупорядоченного списка, использовавшаяся ранее в этом шаблоне. Вместо того чтобы превращать каждую запись в элемент списка, мы создаем в точке ❷ элемент `div` для панели, который содержит два других вложенных элемента `div`: `panel-heading` ❸ и `panel-body` ❹. Элемент `div` с классом `panel-heading` содержит дату записи и ссылку для ее редактирования. Оба элемента оформлены как элементы `<h3>`, но мы заключаем ссылку `edit_entry` в теги `<small>`, чтобы она была чуть меньше временной метки ❺.

В точке ❻ располагается элемент `div` с классом `panel-body`, который содержит фактический текст записи. Обратите внимание: код Django для включения информации на страницу вообще не изменился; изменились только элементы, влияющие на внешний вид страницы.



**Рис. 20.3.** Страница темы с оформлением Bootstrap

На рис. 20.3 изображена страница темы с новым оформлением. Функциональность приложения Learning Log не изменилась, но приложение выглядит более привлекательно и заманчиво для пользователя.

### **ПРИМЕЧАНИЕ**

Если вы хотите использовать другой шаблон Bootstrap, действуйте в той же последовательности, которая уже использовалась в этой главе. Скопируйте шаблон в `base.html` и измените элементы, содержащие контент, чтобы шаблон отображал информацию вашего проекта. Затем воспользуйтесь средствами индивидуального стилевого оформления Bootstrap для оформления содержимого каждой страницы.

### **УПРАЖНЕНИЯ**

20-1. Другие формы: мы применили стили Bootstrap к страницам `login` и `add_topic`. Внесите аналогичные изменения в другие страницы на базе форм: `new_entry`, `edit_entry` и `register`.

20-2. Стилевое оформление Blog: используйте Bootstrap для стилевого оформления проекта Blog из главы 19.

## Развертывание Learning Log

После того как проекту был придан профессиональный вид, мы развернем его на реальном сервере, чтобы любой пользователь с подключением к Интернету мог работать с приложением. Мы воспользуемся Heroku — веб-платформой, позволяющей управлять развертыванием веб-приложений.

Процесс для системы Windows несколько отличается от процесса в Linux и OS X. Если вы работаете в Windows, обращайте внимание на врезки, указывающие, какие изменения следует внести в вашей системе.

### Создание учетной записи Heroku

Чтобы создать учетную запись, откройте сайт <https://heroku.com/> и щелкните на одной из регистрационных ссылок. Учетные записи создаются бесплатно, и Heroku предоставляет бесплатный уровень для тестирования проектов в реальных условиях.

### **ПРИМЕЧАНИЕ**

На бесплатном уровне Heroku существуют свои ограничения (например, количество приложений, которые можно развернуть, и частоту посещения приложения пользователями). Впрочем, эти ограничения достаточно либеральны, чтобы вы могли потренироваться в развертывании приложений без каких-либо затрат.

### Установка инструментария Heroku Toolbelt

Чтобы развернуть проект на серверах Heroku и управлять им, вам понадобятся инструменты из пакета Heroku Toolbelt. Чтобы установить новейшую версию Heroku Toolbelt, откройте сайт <https://toolbelt.heroku.com/> и выполните указания для своей

операционной системы. В них содержится либо односторочная терминальная команда, либо программа установки, которую вы можете загрузить и запустить.

## Установка необходимых пакетов

Вам также придется установить ряд пакетов, упрощающих работу проектов Django на реальных серверах. В активной виртуальной среде введите следующие команды:

```
(11_env)learning_log$ pip install dj-database-url
(11_env)learning_log$ pip install dj-static
(11_env)learning_log$ pip install static3
(11_env)learning_log$ pip install gunicorn
```

Обязательно вводите команды по одной, чтобы вы знали, если при установке какого-либо пакета возникнет проблема. Пакет `dj-database-url` помогает Django взаимодействовать с базой данных, используемой Heroku, пакеты `dj-static` и `static3` позволяют Django правильно управлять статическими файлами, а `gunicorn` — сервер, способный предоставлять доступ к приложениям в реальной среде. (Статические файлы содержат стилевые правила и файлы JavaScript.)

### ПРИМЕЧАНИЕ

Некоторые из необходимых пакетов могут не установиться в Windows, но не огорчайтесь, если при попытке установки вы получите сообщение об ошибке. Важнее добиться того, чтобы пакеты были установлены Heroku для развернутого приложения, а этим мы займемся в следующем разделе.

## Создание списка пакетов с файлом requirements.txt

Heroku необходимо знать, от каких пакетов зависит наш проект, поэтому мы воспользуемся `pip` для построения файла со списком. Оставаясь в активной виртуальной среде, введите следующую команду:

```
(11_env)learning_log$ pip freeze > requirements.txt
```

Команда `freeze` приказывает `pip` записать имена всех пакетов, в настоящее время установленных в системе, в файл `requirements.txt`. Откройте файл `requirements.txt` и просмотрите пакеты и номера версий, установленных в вашей системе (возможно, пользователи Windows не увидят какие-то строки):

```
requirements.txt
Django==1.8.4
dj-database-url==0.3.0
dj-static==0.0.6
django-bootstrap3==6.2.2
gunicorn==19.3.0
static3==0.6.1
```

Приложение Learning Log уже зависит от шести разных пакетов с конкретными номерами версий, поэтому для его правильной работы требуется конкретная конфигурация среды. При развертывании Learning Log Heroku устанавливает все па-

кеты, перечисленные в `requirements.txt`, и создает среду с теми же пакетами, которые мы используем локально. По этой причине разработчик может быть уверен в том, что развернутый проект будет работать точно так же, как в его локальной системе. Вы поймете, насколько это полезно, когда начнете строить и вести в своей системе несколько разных проектов.

Затем необходимо добавить в список пакет `psycopg2`, который помогает Heroku управлять базой данных. Откройте файл `requirements.txt` и добавьте строку `psycopg2>=2.6.1`. Эта строка устанавливает версию 2.6.1 пакета `psycopg2` (или более новую версию, если она доступна):

```
requirements.txt
Django==1.8.4
dj-database-url==0.3.0
dj-static==0.0.6
django-bootstrap3==6.2.2
gunicorn==19.3.0
static3==0.6.1
psycopg2>=2.6.1
```

Если какие-либо пакеты не установлены в вашей системе, добавьте их. В итоге ваш файл `requirements.txt` должен включать каждый из приведенных выше пакетов. Если пакет входит в список вашей системы, но номер версии отличается от приведенной, оставьте версию вашей системы.

#### ПРИМЕЧАНИЕ

Если вы работаете в системе Windows, убедитесь в том, что ваша версия `requirements.txt` соответствует приведенному списку, — независимо от того, какие пакеты вам удалось установить в вашей системе.

## Назначение исполнительной среды Python

Если вы не укажете версию Python, то Heroku будет использовать собственную версию Python по умолчанию. Убедитесь в том, что Heroku использует ту же версию Python, которая используется у вас. В активной виртуальной среде введите команду `python --version`:

```
(11_env)learning_log$ python --version
Python 3.5.0
```

В этом примере я использую Python 3.5.0. Создайте новый файл с именем `runtime.txt` в одном каталоге с файлом `manage.py` и введите следующую команду:

```
runtime.txt
python-3.5.0
```

Этот файл должен содержать одну строку с версией Python, заданной точно в показанном формате: `python` в нижнем регистре, затем дефис и номер версии из трех частей.

**ПРИМЕЧАНИЕ**

Если вы получите сообщение об ошибке, в котором сказано, что запрашиваемая исполнительная среда Python недоступна, откройте страницу <https://devcenter.heroku.com/> и щелкните на ссылке Python, затем найдите ссылку Specifying a Python Runtime. Просмотрите текст статьи, найдите доступные варианты исполнительной среды и выберите тот вариант, который ближе всего к вашей версии Python.

## Изменение файла settings.py для Heroku

Затем в конец файла `settings.py` необходимо добавить раздел для определения настроек, предназначенных конкретно для среды Heroku:

```
settings.py

...
Настройки для django-bootstrap3
BOOTSTRAP3 = {
 'include_jquery': True,
}

Настройки Heroku
❶ if os.getcwd() == '/app':
❷ import dj_database_url
 DATABASES = {
 'default': dj_database_url.config(default='postgres://localhost')
 }

 # Поддержка заголовка 'X-Forwarded-Proto' для request.is_secure().
❸ SECURE_PROXY_SSL_HEADER = ('HTTP_X_FORWARDED_PROTO', 'https')

 # Разрешены все заголовки хостов.
❹ ALLOWED_HOSTS = ['*']

 # Конфигурация статических ресурсов
❺ BASE_DIR = os.path.dirname(os.path.abspath(__file__))
 STATIC_ROOT = 'staticfiles'
 STATICFILES_DIRS = (
 os.path.join(BASE_DIR, 'static'),
)
```

В точке ❶ используется функция `getcwd()`, которая возвращает текущий рабочий каталог, из которого был запущен файл. В схеме развертывания Heroku таким каталогом всегда является `/app`. При локальном развертывании каталог обычно совпадает с именем папки проекта (`learning_log` в нашем случае). Проверка `if` гарантирует, что настройки в этом блоке будут применяться только при развертывании проекта в Heroku. Такая структура позволяет создать один файл настроек, который подойдет как для локальной среды разработки, так и для развертывания на сервере.

В точке ❷ импортируется модуль `dj_database_url`, упрощающий настройку базы данных в Heroku. Heroku использует PostgreSQL (или Postgres) — более мощную базу данных, чем SQLite; эти параметры настраивают проект для работы с Postgres в среде Heroku. Остальные настройки обеспечивают поддержку запросов

HTTPS ❸, правильный доступ к проекту с URL Heroku ❹ и правильное размещение статических файлов на Heroku ❺.

## Создание файла Procfile для запуска процессов

Файл Procfile сообщает Heroku, какие процессы должны запускаться для правильной работы проекта. Это односторонний файл, который должен быть сохранен под именем Procfile (символ P верхнего регистра, без расширения) в одном каталоге с файлом manage.py. Содержимое Procfile выглядит так:

```
Procfile
web: gunicorn learning_log.wsgi --log-file -
```

Эта строка приказывает Heroku использовать для приложения сервер gunicorn, а при запуске приложения загрузить настройки из файла learning\_log/wsgi.py. Флаг log-file сообщает Heroku, какие события должны регистрироваться в журнале.

## Изменение файла wsgi.py для Heroku

Также необходимо внести изменения в файл wsgi.py для Heroku, потому что конфигурация для Heroku несколько отличается от той, которая использовалась ранее:

```
wsgi.py
...
import os

from django.core.wsgi import get_wsgi_application
from dj_static import Cling

os.environ.setdefault("DJANGO_SETTINGS_MODULE", "learning_log.settings")
application = Cling(get_wsgi_application())
```

Мы импортируем приложение Cling, упрощающее организацию доступа к статическим файлам, и используем его для запуска приложения. Этот код также будет работать локально, так что помещать его в блок if не нужно.

## Создание каталога для статических файлов

В среде Heroku Django собирает все статические файлы и размещает их в одном месте для эффективного управления. Для этих статических файлов мы создадим специальный каталог. В каталоге learning\_log, с которыми работали ранее, находится другой каталог с именем learning\_log. В этом вложенном каталоге создайте новый подкаталог с именем static; таким образом, полный путь имеет вид learning\_log/learning\_log/static/. Также необходимо создать временный файл-«заполнитель» в этом каталоге, потому что при загрузке на Heroku пустые каталоги не включаются в проект. Создайте в каталоге static/ файл с именем placeholder.txt:

*placeholder.txt*

Этот файл необходим для включения в проект каталога `learning_log/static/`. Django собирает статические файлы и помещает их в каталог `learning_log/static/`.

В этом тексте нет ничего особенного; он просто напоминает, почему этот файл был включен в проект.

## Локальное использование сервера gunicorn

Если вы используете Linux или OS X, вы можете попробовать использовать сервер `gunicorn` локально, прежде чем развертывать его на сервере Heroku. В активной виртуальной среде выполните команду `heroku local`, чтобы запустить процессы, определенные в `Procfile`:

```
(11_env)learning_log$ heroku local
Installing Heroku Toolbelt v4... done
...
forego | starting web.1 on port 5000
❶ web.1 | [2015-08-13 22:00:45 -0800] [12875] [INFO] Starting gunicorn 19.3.0
❷ web.1 | [2015-08-13 22:00:45 -0800] [12875] [INFO] Listening at:
 http://0.0.0.0:5000 (12875)
❸ web.1 | [2015-08-13 22:00:45 -0800] [12878] [INFO] Booting worker with pid:
12878
```

При первом выполнении `heroku local` будет установлен набор пакетов из Heroku Toolbelt. Из выходных данных видно, что в приведенном примере сервер `gunicorn` был запущен с идентификатором процесса 12875 ❶. В точке ❷ `gunicorn` прослушивает запросы на порте 5000. Кроме того, `gunicorn` запускает рабочий процесс (12878), который будет помогать в обслуживании запросов ❸.

Откройте адрес `http://localhost:5000/` и убедитесь в том, что все работает; домашняя страница Learning Log должна выглядеть так же, как она выглядит при использовании сервера Django (`runserver`). Нажмите `Ctrl+C`, чтобы остановить процессы, запущенные командой `heroku local`. При локальной разработке продолжайте использовать `runserver`.

### ПРИМЕЧАНИЕ

В системе Windows `gunicorn` работать не будет; пропустите этот шаг, если вы используете Windows. Это не повлияет на возможность развертывания проекта в Heroku.

## Использование Git для управления файлами проекта

Если вы дочитали главу 17, то вы уже знаете, что Git — программа контроля версий, которая позволяет создать «мгновенный снимок» состояния кода проекта при реализации каждой новой функции. Это позволяет легко вернуться к последнему работоспособному состоянию проекта при возникновении каких-либо проблем (например, если в ходе работы над новой функцией была случайно внесена ошибка).

Если в вашем проекте используется Git, это означает, что вы можете работать над новой функциональностью, не беспокоясь о том, чтобы ничего не нарушить. Развертывая проект на сервере, вы должны убедиться в том, что вы развертываете работоспособную версию проекта. Если вы захотите больше узнать о Git и контроле версий, обращайтесь к приложению Г.

## Установка Git

Git входит в инструментарий Heroku Toolbelt, так что пакет Git уже должен быть установлен в вашей системе. Однако система Git будет недоступна в терминальных окнах, которые были открыты перед установкой Heroku Toolbelt, поэтому откройте новое терминальное окно и введите команду `git --version`:

```
(11_env)learning_log$ git --version
git version 2.5.0
```

Если вы получите сообщение об ошибке, обращайтесь к инструкциям по установке Git в приложении Г.

## Настройка Git

Git следит за тем, кто внес изменения в проект, даже в том случае, если над проектом работает только один человек. Для этого Git необходимо знать ваше имя пользователя и адрес электронной почты. Имя пользователя ввести обязательно, но ничто не мешает вам ввести вымышленный адрес электронной почты для учебных проектов:

```
(11_env)learning_log$ git config --global user.name "ehmatthes"
(11_env)learning_log$ git config --global user.email "eric@example.com"
```

Если вы забудете об этом шаге, Git запросит у вас эту информацию при первом закреплении.

## Игнорирование файлов

Нам не нужно, чтобы система Git отслеживала все файлы в проекте, поэтому мы прикажем Git игнорировать некоторые файлы. Создайте файл с именем `.gitignore` в папке с файлом `manage.py`. Обратите внимание: имя файла начинается с точки, а файл не имеет расширения. Содержимое `.gitignore` выглядит так:

```
.gitignore
11_env/
__pycache__/
*.sqlite3
```

Мы приказываем Git игнорировать весь каталог `11_env`, потому что мы можем автоматически воссоздать его в любой момент. Также в системе контроля не отслеживается каталог `__pycache__` с файлами `.pyc`, которые создаются автоматически, когда Django выполняет файлы `.py`. Мы не отслеживаем изменения в локальной базе данных, потому что так поступать вообще нежелательно: если на сервере бу-

дет использоваться SQLite, вы можете случайно переписать «живую» базу данных локальной тестовой базой данных при отправке проекта на сервер.

### ПРИМЕЧАНИЕ

Если вы используете Python 2.7, замените `__pycache__` на `*.pyc`, потому что Python 2.7 не создает каталог `__pycache__`.

### Закрепление состояния проекта

Чтобы инициализировать репозиторий Git для Learning Log, добавьте все необходимые файлы в репозиторий и закрепите исходное состояние проекта. Вот как это делается:

```
❶ (ll_env)learning_log$ git init
Initialized empty Git repository in /home/ehmatthes/pcc/learning_log/.git/
❷ (ll_env)learning_log$ git add .
❸ (ll_env)learning_log$ git commit -am "Ready for deployment to heroku."
[master (root-commit) dbc1d99] Ready for deployment to heroku.
 43 files changed, 746 insertions(+)
 create mode 100644 .gitignore
 create mode 100644 Procfile
 --snip--
 create mode 100644 users/views.py
❹ (ll_env)learning_log$ git status
On branch master
nothing to commit, working directory clean
(ll_env)learning_log$
```

В точке ❶ вводится команда `git init`, которая инициализирует пустой репозиторий в каталоге, содержащем Learning Log. В точке ❷ команда `git add .` добавляет все файлы (кроме игнорируемых) в репозиторий (не забудьте точку). В точке ❸ вводится команда `git commit -am сообщение`: флаг `-a` приказывает Git включить все измененные файлы в закрепленное состояние, а флаг `-m` приказывает Git сохранить сообщение в журнале.

Вывод команды `git status` ❹ сообщает, что текущей является главная ветвь, а рабочий каталог пуст. Этот статус должен выводиться каждый раз, когда вы отправляете свой проект на Heroku.

### Отправка проекта

Наконец-то все готово для отправки проекта на сервер Heroku. В активном терминальном сеансе введите следующие команды:

```
❶ (ll_env)learning_log$ heroku login
Enter your Heroku credentials.
Email: eric@example.com
Password (typing will be hidden):
Logged in as eric@example.com
❷ (ll_env)learning_log$ heroku create
Creating afternoon-meadow-2775... done, stack is cedar-14
https://afternoon-meadow-2775.herokuapp.com/ |
```

```
https://git.heroku.com/afternoon-meadow-2775.git
Git remote heroku added
❸ (11_env)learning_log$ git push heroku master
...
remote: -----> Launching... done, v6
❹ remote: https://afternoon-meadow-2775.herokuapp.com/ deployed to Heroku
remote: Verifying deploy.... done.
To https://git.heroku.com/afternoon-meadow-2775.git
 bdb2a35..62d711d master -> master
(11_env)learning_log$
```

Сначала войдите на сервер Heroku в терминальном сеансе с именем пользователя и паролем, использованными при создании учетной записи на <https://heroku.com/> ❶. Затем прикажите Heroku построить пустой проект ❷. Heroku генерирует имя, состоящее из двух слов и числа; позднее вы сможете его изменить. Затем вводится команда `git push heroku master` ❸, которая приказывает Git отправить главную ветвь проекта в репозиторий, только что созданный Heroku. После этого Heroku строит проект на своих серверах с использованием этих файлов. В точке ❹ указывается URL, который будет использоваться для обращения к развернутому проекту. После ввода этих команд проект развернут, но еще не настроен полностью. Чтобы проверить, что серверный процесс был запущен правильно, введите команду `heroku ps`:

```
(11_env)learning_log$ heroku ps
❶ Free quota left: 17h 40m
❷ === web (Free): `gunicorn learning_log.wsgi __log-file -`
web.1: up 2015/08/14 07:08:51 (~ 10m ago)
(11_env)learning_log$
```

В выходных данных указано, сколько еще времени проект может оставаться активным на протяжении следующих 24 часов ❶. На момент написания книги Heroku позволяет бесплатно развернутым проектам оставаться активными до 18 часов за 24-часовой период. При нарушении этого лимита отображается стандартная серверная страница ошибки; вскоре мы изменим ее. В точке ❷ запускается процесс, определенный в `Procfile`.

Теперь мы можем открыть приложение в браузере командой `heroku open`:

```
(11_env)learning_log$ heroku open
Opening afternoon-meadow-2775... done
```

Команда избавляет вас от необходимости открывать браузер и вводить URL, который вы получили от Heroku, но при желании сайт можно открыть и так. Вы увидите домашнюю страницу Learning Log с правильным оформлением. Впрочем, с приложением еще работать нельзя, потому что база данных не подготовлена.

## ПРИМЕЧАНИЕ

Процесс развертывания приложений на серверах Heroku время от времени изменяется. Если у вас возникнут неразрешимые проблемы, обращайтесь к документации Heroku за помощью. Откройте страницу <https://devcenter.heroku.com/> и щелкните на ссылке Python, затем найдите ссылку Getting Started with Django. Если вы не понимаете то, что там написано, обратитесь к рекомендациям в приложении B.

## Подготовка базы данных в Heroku

Вы должны выполнить команду `migrate`, чтобы подготовить базу данных и применить все миграции, сгенерированные в ходе разработки. Для выполнения команд Django и Python в проектах Heroku используется команда `heroku run`. Пример выполнения команды `migrate` в среде разработки Heroku:

```
❶ (ll_env)learning_log$ heroku run python manage.py migrate
❷ Running `python manage.py migrate` on afternoon-meadow-2775... up, run.2435
...
❸ Running migrations:
...
 Applying learning_logs.0001_initial... OK
 Applying learning_logs.0002_entry... OK
 Applying learning_logs.0003_topic_user... OK
 Applying sessions.0001_initial... OK
(ll_env)learning_log$
```

Сначала мы вводим команду `heroku run python manage.py migrate` ❶. Heroku создает терминальный сеанс для выполнения команды `migrate` ❷. В точке ❸ Django применяет миграции по умолчанию, а также миграции, сгенерированные в ходе разработки Learning Log.

Теперь при обращении к развернутому приложению вы сможете использовать его так же, как это делалось в локальной системе. Однако при этом вы не увидите никакие данные, введенные при локальном развертывании, потому что мы не скопировали данные на сервер. Это обычная практика: локальные данные почти никогда не копируются на сервер, потому что они чаще всего являются тестовыми.

Если вы перешлете ссылку на Heroku, получатель сможет работать с вашей версией приложения Learning Log. В следующем разделе мы выполним еще несколько операций, чтобы завершить процесс развертывания и подготовиться к дальнейшей разработке Learning Log.

## Доработка развернутого приложения

В этом разделе мы доработаем развернутое приложение и создадим суперпользователя (так же, как это было сделано в локальной версии). Заодно мы повысим уровень защиты проекта, переведя настройку отладочного режима `DEBUG` в состояние `False`, чтобы пользователи не получали в сообщениях об ошибке дополнительной информации, которая может использоваться для проведения атак на сервер.

### Создание суперпользователя в Heroku

Вы уже видели, что для выполнения одиночных команд может использоваться команда `heroku run`. Однако команды также можно выполнять, открыв терминальный сеанс Bash при подключении к серверу Heroku командой `heroku run bash`. Bash – язык, который работает во многих терминалах Linux. Мы используем терминальный сеанс Bash для создания суперпользователя, чтобы иметь возможность обратиться к административному сайту в развернутом приложении:

```
(11_env)learning_log$ heroku run bash
Running `bash` on afternoon-meadow-2775... up, run.6244
❶ ~ $ ls
learning_log learning_logs manage.py Procfile requirements.txt runtime.txt
users
staticfiles
❷ ~ $ python manage.py createsuperuser
Username (leave blank to use 'u41907'): ll_admin
Email address:
Password:
Password (again):
Superuser created successfully.
❸ ~ $ exit
exit
(11_env)learning_log$
```

В точке ❶ команда `ls` выводит информацию о файлах и каталогах, существующих на сервере; это те же файлы, которые присутствуют в нашей локальной системе. В этой файловой системе можно перемещаться так же, как и в любой другой.

### ПРИМЕЧАНИЕ

Пользователи Windows должны использовать те же команды (например, `ls` вместо `dir`), потому что они работают с терминалом Linux через удаленное подключение.

В точке ❷ выполняется команда создания суперпользователя. Она выдает тот же вывод, который был получен в локальной системе при создании суперпользователя в главе 18. После того как создание суперпользователя в терминальном сеансе будет завершено, введите команду `exit` для возвращения к терминальному сеансу локальной системы ❸.

Теперь вы можете добавить `/admin/` в конец URL-адреса развернутого приложения, чтобы войти на административный сайт. У меня этот URL-адрес имеет вид `https://afternoon-meadow-2775.herokuapp.com/admin/`.

Если другие пользователи уже начали работать с вашим проектом, учтите, что вам будут доступны все их данные! Относитесь к конфиденциальности серьезно, и пользователи начнут доверять вам свои данные.

### Создание удобного URL-адреса на Heroku

Вероятно, вы бы предпочли использовать более удобные и запоминающиеся URL-адреса, чем `https://afternoon-meadow-2775.herokuapp.com/`. Чтобы переименовать приложение, достаточно одной команды:

```
(11_env)learning_log$ heroku apps:rename learning-log
Renaming afternoon-meadow-2775 to learning-log... done
https://learning-log.herokuapp.com/ | https://git.heroku.com/learning-log.git
Git remote heroku updated
(11_env)learning_log$
```

Имя может содержать буквы, цифры и дефисы и выбирается произвольно (при условии, что никто другой еще не занял это имя). Развернутая версия теперь доступна по адресу `https://learning-log.herokuapp.com/`. По предыдущему URL-адресу проект теперь недоступен; команда `apps:rename` полностью перемещает проект на новый URL-адрес.

**ПРИМЕЧАНИЕ**

При развертывании проекта на бесплатном сервисе Heroku переводит развернутое приложение в спящий режим, если оно не получало запросов в течение определенного периода времени или было слишком активным для бесплатного уровня. При первом обращении к сайту после перехода в спящий режим загрузка займет больше времени, но последующие запросы будут обрабатываться быстрее. Такой подход позволяет Heroku предоставлять бесплатное развертывание.

## Безопасность проекта

В текущем варианте развертывания проекта существует одна очевидная проблема: настройка DEBUG=True в файле `settings.py`, включающая вывод отладочных сообщений при возникновении ошибок. Страницы ошибок Django предоставляют критическую отладочную информацию при разработке проекта, но они также дают слишком много информации хакерам, если оставить их включенными на рабочем сервере. Также необходимо проследить за тем, чтобы никто не мог получать информацию или перенаправлять запросы, выдавая себя за хост проекта.

Изменим файл `settings.py`, чтобы сообщения об ошибках выводились локально, но не в развернутой версии:

```
settings.py
...
Настройки Heroku
if os.getcwd() == '/app':
...
Поддержка заголовка 'X-Forwarded-Proto' для request.is_secure().
SECURE_PROXY_SSL_HEADER = ('HTTP_X_FORWARDED_PROTO', 'https')

Хостом проекта может быть только Heroku.
❶ ALLOWED_HOSTS = ['learning-log.herokuapp.com']

❷ DEBUG = False

Конфигурация статических ресурсов.
...
```

Необходимо внести только два изменения: в точке ❶ изменяется настройка `ALLOWED_HOSTS`, чтобы хостом проекта мог быть только сервер Heroku. Используйте имя своего приложения — сгенерированное Heroku (как `afternoon-meadow-2775.herokuapp.com` в нашем примере) или выбранное вами. В точке ❷ переменной `DEBUG` присваивается значение `False`, чтобы при возникновении ошибок не раскрывалась конфиденциальная информация.

## Закрепление и отправка изменений

Теперь изменения, внесенные в `settings.py`, необходимо закрепить в репозитории Git, а затем отправить их на Heroku. Следующий терминальный сеанс показывает, как это делается:

- ❶ (ll\_env)learning\_log\$ git commit -am "Set DEBUG=False for Heroku."
[master 081f635] Set DEBUG=False for Heroku.

```
1 file changed, 4 insertions(+), 2 deletions(-)
❷ (11_env)learning_log$ git status
On branch master
nothing to commit, working directory clean
(11_env)learning_log$
```

Мы вводим команду `git commit` с коротким, но содержательным сообщением ❶. Напомню, что флаг `-am` обеспечивает закрепление всех изменившихся файлов и регистрацию сообщения в журнале. Git видит, что изменился один файл, и закрепляет изменение в репозитории.

В точке ❷ из статусной информации видно, что мы работаем с главной ветвью репозитория, а новые изменения для закрепления отсутствуют. Очень важно проверять статусную информацию перед отправкой на Heroku. Если вы не видите сообщение, значит, некоторые изменения не были закреплены, и они не будут отправлены на сервер. Попробуйте снова ввести команду `commit`, а если вы не уверены в том, как решить проблему, — прочитайте приложение Г, чтобы лучше понять, как работать с Git.

Теперь отправим обновленный репозиторий на Heroku:

```
(11_env)learning_log$ git push heroku master
...
remote: ----> Python app detected
remote: ----> Installing dependencies with pip
...
remote: ----> Launching... done, v8
remote: https://learning-log.herokuapp.com/ deployed to Heroku
remote: Verifying deploy.... done.
To https://git.heroku.com/learning-log.git
 4c9d111..ef65d2b master -> master
(11_env)learning_log$
```

Heroku видит, что репозиторий обновился, и заново строит проект, чтобы все изменения были учтены. База данных при этом не воссоздается, поэтому выполнять `migrate` для этого обновления не придется.

Чтобы убедиться в том, что развертывание стало более безопасным, введите URL проекта с расширением, которое не было определено. Например, попробуйте открыть страницу <http://learning-log.herokuapp.com/letmein/>. Должна появиться обобщенная страница, которая не сообщает никакой конкретной информации о проекте. Если же вы попробуете применить тот же запрос с локальной версией Learning Log по адресу <http://localhost:8000/letmein/>, должна появиться стандартная страница ошибки Django. Получается именно то, что нужно: вы будете получать содержательные сообщения об ошибках в процессе разработки проекта, но оградите пользователей от критической информации о коде проекта.

## Создание специализированных страниц ошибок

В главе 19 мы настроили приложение Learning Log так, чтобы при запросе темы или записи, которая ему не принадлежит, пользователь получал ошибку 404. Ве-

роятно, вы также сталкивались с примерами ошибок 500 (внутренние ошибки). Ошибка 404 обычно означает, что код Django правилен, но запрашиваемый объект не существует; ошибка 500 обычно означает, что в написанном вами коде существует ошибка (например, ошибка в функции из `views.py`). В настоящее время Django возвращает одну обобщенную страницу ошибки в обеих ситуациях, но мы можем написать собственные шаблоны страниц ошибок 404 и 500, которые соответствуют общему оформлению Learning Log. Эти шаблоны должны находиться в корневом каталоге шаблонов.

## Создание пользовательских шаблонов

В папке `learning_log/learning_log` создайте новую папку с именем `templates`. Затем создайте новый файл с именем `404.html`:

```
404.html
{% extends "learning_logs/base.html" %}
{% block header %}
 <h2>The item you requested is not available. (404)</h2>
{% endblock header %}
```

Этот простой шаблон предоставляет ту же информацию, что и обобщенная страница ошибки 404, но его оформление соответствует остальным страницам сайта.

Создайте другой файл с именем `500.html`:

```
500.html
{% extends "learning_logs/base.html" %}

{% block header %}
 <h2>There has been an internal error. (500)</h2>
{% endblock header %}
```

Новые файлы потребуют небольших изменений в `settings.py`.

```
settings.py
...
TEMPLATES = [
{
 'BACKEND': 'django.template.backends.django.DjangoTemplates',
 'DIRS': [os.path.join(BASE_DIR, 'learning_log/templates')],

 'APP_DIRS': True,

 ...
},
]
...
...
```

Это изменение приказывает Django искать шаблоны страниц ошибок в корневом каталоге шаблонов.

## Локальный просмотр страниц ошибок

Если вы хотите посмотреть, как будут выглядеть страницы ошибок, в своей системе перед отправкой на сервер Heroku, вам сначала придется установить в локальных

настройках режим `Debug=False`, чтобы подавить выдачу отладочных страниц Django по умолчанию. Для этого внесите следующие изменения в `settings.py` (убедитесь в том, что вы работаете в части `settings.py`, относящейся к локальной среде, — а не той, которая относится к Heroku):

```
settings.py
...
SECURITY WARNING: don't run with debug turned on in production!
DEBUG = False

ALLOWED_HOSTS = ['localhost']
...
```

Если `DEBUG` присвоено значение `False`, в `ALLOWED_HOSTS` должен быть указан хотя бы один хост. Теперь запросите тему или запись, которая вам не принадлежит, чтобы увидеть страницу ошибки 404. Затем запросите несуществующий URL-адрес (например, `localhost:8000/letmein/`), чтобы увидеть страницу ошибки 500.

Завершив проверку, верните `DEBUG` значение `True`, чтобы продолжить разработку Learning Log. (Проследите за тем, чтобы настройка `DEBUG` содержала `False` в разделе `settings.py`, относящемся к развертыванию в среде Heroku.)

### ПРИМЕЧАНИЕ

Страница ошибки 500 не содержит никакой информации о текущем пользователе, потому что Django не включает контекстную информацию в ответ при возникновении ошибки сервера.

### Отправка изменений на Heroku

Теперь необходимо закрепить изменения в шаблоне и отправить их на Heroku:

```
❶ (11_env)learning_log$ git add .
❷ (11_env)learning_log$ git commit -am "Added custom 404 and 500 error pages."
 3 files changed, 15 insertions(+), 10 deletions(-)
 create mode 100644 learning_log/templates/404.html
 create mode 100644 learning_log/templates/500.html
❸ (11_env)learning_log$ git push heroku master
...
remote: Verifying deploy.... done.
To https://git.heroku.com/learning-log.git
 2b34ca1..a64d8d3 master -> master
(11_env)learning_log$
```

В точке ❶ выдается команда `git add .`, потому что в проекте были созданы новые файлы, и теперь нужно приказать Git начать отслеживание этих файлов. Затем мы закрепляем изменения ❷ и отправляем обновленный проект на Heroku ❸. Теперь страницы ошибок имеют такое же оформление, как остальные страницы сайта, а приложение выглядит более профессионально при возникновении ошибок.

### Использование метода `get_object_or_404()`

На данный момент, если пользователь вручную запрашивает несуществующую тему или запись, он получает ошибку сервера 500. Django пытается отобразить

страницу, но не располагает достаточной информацией для этого, что приводит к ошибке 500. Такая ситуация более точно обрабатывается как ошибка 404, и это поведение можно реализовать при помощи вспомогательной функции Django `get_object_or_404()`. Эта функция пытается получить запрошенный объект из базы данных, а если этот объект не существует — инициирует исключение 404. Мы импортируем эту функцию в `views.py` и используем ее вместо `get()`:

```
views.py
...
from django.shortcuts import render, get_object_or_404
from django.http import HttpResponseRedirect, Http404
...
@login_required
def topic(request, topic_id):
 """Выводит одну тему и все ее записи."""
 topic = get_object_or_404(Topic, id=topic_id)
 # Проверка того, что тема принадлежит текущему пользователю.
...
...
```

Теперь при запросе несуществующей темы (например, `http://localhost:8000/topics/999999/`) появляется страница ошибки 404. Чтобы развернуть это изменение, выполните закрепление и отправьте проект на Heroku.

## Текущая разработка

Возможно, вы захотите продолжить разработку Learning Log после исходной отправки данных на сервер или создать и развернуть собственные проекты. Существует достаточно четко определенный процесс обновления проектов.

Сначала все необходимые изменения вносятся в локальный проект. Если изменения приводят к появлению новых файлов, добавьте эти файлы в репозиторий Git командой `git add .` (не забудьте точку в конце команды). Эта команда необходима для любого изменения, требующего миграции базы данных, потому что для каждой миграции генерируется новый файл миграции.

Затем закрепите изменения в репозитории командой `git commit -am "сообщение"`. Отправьте изменения на Heroku командой `git push heroku master`. Если вы провели локальную миграцию базы данных, также необходимо провести миграцию и для базы данных развернутого приложения. Либо используйте одноразовую команду `heroku run python manage.py migrate`, либо откройте удаленный терминальный сеанс командой `heroku run bash` и выполните команду `python manage.py migrate`. Затем посетите свой проект и убедитесь в том, что предполагаемые изменения вступили в силу.

В этом процессе легко допустить ошибку, так что не удивляйтесь, если что-то пойдет не так. Если код не работает, проанализируйте то, что было сделано, и попробуйте найти ошибку. Если найти ошибку не удается или вы не можете понять, как ее отменить, обращайтесь к рекомендациям в приложении B. Не стесняйтесь обращаться за помощью: все остальные учились строить проекты и задавали те же вопросы, которые возникнут и у вас, так что вы наверняка найдете кого-нибудь,

кто согласится помочь. Решение всех возникающих проблем поможет развивать ваши навыки до того момента, когда вы начнете строить содержательные, надежные проекты и отвечать на вопросы других людей.

## Параметр SECRET\_KEY

Django использует значение настройки `SECRET_KEY` из файла `settings.py` для реализации некоторых протоколов безопасности. В нашем проекте файл настроек был закреплен с включением настройки `SECRET_KEY`. Для учебного проекта этого достаточно, но на реальном сайте с настройкой `SECRET_KEY` следует действовать более осторожно. Если вы строите проект, предназначенный для реальной эксплуатации, обязательно изучите вопрос, как повысить безопасность настройки `SECRET_KEY`.

## Удаление проекта с Heroku

Очень полезно многократно отработать процесс развертывания на одном проекте или серии малых проектов, чтобы получить представление о развертывании. Однако вы должны знать, как удалить проект после развертывания. Heroku также может ограничивать количество бесплатно развернутых проектов, и загромождать учетную запись учебными проектами нежелательно. Войдите на веб-сайт Heroku (<https://heroku.com/>), и вы будете перенаправлены на страницу со списком проектов. Щелкните на проекте, который нужно удалить; открывается новая страница с информацией о проекте. Щелкните на ссылке **Settings**, прокрутите список и найдите ссылку для удаления проекта. Отменить удаление не удастся, поэтому Heroku предложит подтвердить удаление, для чего вам нужно будет вручную ввести имя проекта. Если вы предпочитаете работать в терминальном режиме, проект также можно удалить командой `destroy`:

```
(11_env)learning_log$ heroku apps:destroy --app имя_приложения
```

Здесь `имя_приложения` — имя вашего проекта (например, `afternoon-meadow-2775` или `learning-log`, если проект был переименован). Вам также будет предложено снова ввести имя проекта, чтобы подтвердить удаление.

### ПРИМЕЧАНИЕ

При удалении проекта на Heroku с локальной версией проекта ничего не происходит. Если никто не использовал ваш развернутый проект и вы просто отрабатываете процесс развертывания, ничто не мешает вам удалить свой проект на Heroku и развернуть его заново.

### УПРАЖНЕНИЯ

20-3. Блог в Интернете: разверните проект `Blog`, над которым вы работали ранее, на сервере Heroku. Проследите за тем, чтобы настройка `DEBUG` имела значение `False`, и измените настройку `ALLOWED_HOSTS`, чтобы развернутая копия была абсолютно безопасной.

20-4. Больше 404: функцию `get_object_or_404()` также следует применять в представлениях `new_entry()` и `edit_entry()`. Внесите изменения, протестируйте их на URL-адресе вида `http://localhost:8000/new_entry/99999/` и убедитесь в том, что при этом выводится ошибка 404.

20-5. Расширенное приложение Learning Log: добавьте простую функцию в Learning Log (например, вывод расширенной информации о проекте на домашней странице) и отправьте изменение в развернутую копию. Затем попробуйте внести более сложное изменение — например, чтобы пользователь мог назначить тему общедоступной. Для этого в модель Topic добавляется атрибут с именем public (по умолчанию он должен быть равен False), а на страницу new\_topic — элемент формы, позволяющий превратить личную тему в общедоступную. После этого проведите миграцию проекта и переработайте файл views.py, чтобы любая общедоступная тема также была видимой и для пользователей, не прошедших аутентификацию. Не забудьте провести миграцию базы данных после отправки изменений на Heroku.

## Итоги

В этой главе вы узнали, как придать вашему проекту простой, но профессиональный внешний вид при помощи библиотеки Bootstrap и приложения `django-bootstrap3`. При использовании Bootstrap выбранные вами стили будут работать одинаково практически на всех устройствах, используемых для работы с вашим проектом.

Вы узнали о шаблонах Bootstrap и использовали шаблон *Static top navbar* для создания простого оформления Learning Log. Вы научились использовать элемент `jumbotron` для визуального выделения сообщений домашней страницы и узнали, как организовать единое стилевое оформление всех страниц на сайте.

В последней части проекта вы узнали, как развернуть проект на серверах Heroku, чтобы с ним мог работать любой желающий. Вы создали учетную запись Heroku и установили инструменты, упрощающие процесс развертывания. Вы использовали Git для закрепления рабочего проекта в репозитории и отправили репозиторий на серверы Heroku. Наконец, вы узнали, как защитить приложение, включив режим DEBUG=False на работающем сервере.

Итак, работа над Learning Log закончена, и вы можете взяться за построение собственных проектов. Начните с простых приложений и убедитесь в том, что приложение заработало, прежде чем наращивать сложность. Пусть ваше обучение будет интересным — и удачи с вашими собственными проектами!

# Приложение А. Установка Python

Python существует в нескольких разных версиях, с разными вариантами конфигурации в каждой операционной системе. Это приложение пригодится вам в том случае, если описание из главы 1 не сработало или вы захотите установить другую версию Python вместо той, которая поставлялась с вашей системой.

## Python в системе Linux

Python включается по умолчанию почти в каждую систему Linux, но возможно, вы захотите использовать другую версию. В таком случае сначала определите, какая версия Python уже установлена у вас.

### Определение установленной версии

Откройте терминальное окно и введите следующую команду:

```
$ python --version
Python 2.7.6
```

Результат показывает, что по умолчанию используется версия 2.7.6. С другой стороны, в системе также может быть установлена версия Python 3. Для проверки введите следующую команду:

```
$ python3 --version
Python 3.5.0
```

Оказывается, версия Python 3.5.0 тоже установлена. Желательно выполнить обе команды, прежде чем пытаться установить новую версию.

## Установка Python 3 в Linux

Если у вас не установлена версия Python 3 или вы решили установить более новую версию Python 3, это делается буквально в нескольких строках. Мы воспользуемся пакетом `deadsnakes`, упрощающим установку нескольких версий Python:

```
$ sudo add-apt-repository ppa:fkrull/deadsnakes
$ sudo apt-get update
$ sudo apt-get install python3.5
```

Эти команды устанавливают Python 3.5 в вашей системе. Следующий код запускает терминальный сеанс с Python 3.5:

```
$ python3.5
>>>
```

Эта команда также часто используется при настройке текстового редактора для написания кода Python 3 и при запуске программ из терминального окна.

## Python в OS X

Язык Python уже установлен в большинстве систем OS X, но возможно, вы захотите использовать другую версию. В таком случае сначала определите, какая версия Python уже установлена у вас.

### Определение установленной версии

Откройте терминальное окно и введите следующую команду:

```
$ python --version
Python 2.7.6
```

Также стоит попробовать выполнить команду `python3 --version`. Скорее всего, вы получите сообщение об ошибке, и все же стоит проверить — возможно, нужная версия уже установлена.

### Использование Homebrew для установки Python 3

Если у вас установлена только версия Python 2 или старая версия Python 3, для установки последней версии Python 3 можно воспользоваться пакетом Homebrew.

#### Установка Homebrew

Так как Homebrew зависит от пакета Apple Xcode, откройте терминальное окно и введите следующую команду:

```
$ xcode-select --install
```

Введите подтверждения в открывающихся диалоговых окнах (это может занять некоторое время в зависимости от скорости подключения). Затем установите Homebrew:

```
$ ruby -e "$(curl -fsSL https://raw.githubusercontent.com/Homebrew/install/ master/install)"
```

Эту команду можно найти на основной странице сайта Homebrew по адресу <http://brew.sh/>. Обратите внимание на пробел между `curl -fsSL` и URL-адресом.

#### ПРИМЕЧАНИЕ

Ключ `-e` в этой команде приказывает Ruby (язык программирования, на котором написана программа Homebrew) выполнить загружаемый код. Такие команды должны использоваться только с доверенными источниками.

Чтобы убедиться в том, что установка Homebrew прошла успешно, выполните следующую команду:

```
$ brew doctor
Your system is ready to brew.
```

Этот результат означает, что все готово для установки пакетов Python через Homebrew.

### Установка Python 3

Чтобы установить новейшую версию Python 3, введите следующую команду:

```
$ brew install python3
```

Для проверки установленной версии используется следующая команда:

```
$ python3 --version
Python 3.5.0
$
```

Теперь вы сможете запустить терминальный сеанс Python 3 командой `python3`, а также воспользоваться командой `python3` для настройки текстового редактора, чтобы программы Python запускались в Python 3 вместо Python 2.

## Python в Windows

Python обычно не включается в установку Windows по умолчанию, и все же вам стоит проверить, присутствует ли Python в вашей системе. Откройте терминальный сеанс — щелкните правой кнопкой мыши на рабочем столе, удерживая клавишу Shift, и выберите команду **Open Command Window Here**. Также можно открыть окно командой меню Пуск (Start). В открывшемся терминальном окне введите следующую команду:

```
> python --version
Python 3.5.0
```

Если вы получили такой результат, значит, язык Python уже установлен в вашей системе (хотя вы, возможно, захотите установить более новую версию). Если вы получите сообщение об ошибке, то вы должны загрузить и установить Python.

## Установка Python 3 в Windows

Откройте страницу <http://python.org/downloads/> и щелкните на нужной версии Python. Загрузите программу установки, а после запуска непременно установите флажок **Add Python to PATH**. Это делается для того, чтобы вы могли использовать команду `python` вместо ввода полного пути к программе `python`, и вам не придется изменять переменные окружения вашей системы вручную. Завершив установку Python, введите команду `python --version` в новом терминальном окне. Если команда работает, значит, все сделано верно.

### Поиск интерпретатора Python

Если простая команда `python` не работает, вы должны сообщить Windows, где следует искать интерпретатор Python. Чтобы найти его, откройте содержимое диска С и найдите папку, имя которой начинается с `Python` (попробуйте ввести слово `python` на панели поиска Проводника Windows). Откройте папку и найдите файл с име-

нем `python` в нижнем регистре. Щелкните правой кнопкой мыши на этом файле и выберите команду **Свойства (Properties)**; путь к этому файлу будет отображаться под заголовком **Размещение (Location)**.

В терминальном окне используйте путь для подтверждения установленной версии:

```
$ C:\\Python35\\python --version
Python 3.5.0
```

## Включение Python в переменную PATH

Вводить полный путь каждый раз, когда вы захотите открыть терминал Python, довольно утомительно, поэтому мы добавим этот путь в системное окружение, чтобы вы могли использовать команду `python`. Если вы щелкнули на флагке **Add Python to PATH** во время установки, этот шаг можно пропустить. Откройте Панель управления своей системы, выберите категорию **Система и безопасность (System and Security)**, затем выберите **Система (System)**. Щелкните на ссылке **Дополнительные параметры (Advanced System Settings)**. В открывшемся окне щелкните на кнопке **Переменные среды (Environment Variables)**.

В поле **Системные переменные (System variables)** найдите переменную с именем **Path**. Щелкните на кнопке **Edit**. В открывшемся окне щелкните на поле **Variable value** и прокрутите его до правого края клавишей →. Будьте внимательны — вы не должны заменить существующее значение; если это произойдет, щелкните на кнопке **Cancel** и повторите попытку. Добавьте точку с запятой и путь к файлу `python.exe` в существующую переменную:

```
%SystemRoot%\system32\...\System32\WindowsPowerShell\v1.0\;C:\Python34
```

Закройте терминальное окно и откройте новое. Новое содержимое переменной **Path** будет загружено в терминальном сеансе. Теперь при вводе команды `python --version` запускается версия Python, которая только что была задана в переменной **Path**. Теперь вы можете запустить терминальный сеанс Python, просто введя команду `python` в командной строке.

## Ключевые слова и встроенные функции Python

Python содержит целый набор ключевых слов и встроенных функций. Помните о них, выбирая имена переменных. Одна из типичных проблем программирования — выбор хороших имен переменных, которые должны быть достаточно короткими и содержательными. Однако в качестве имен нельзя использовать ключевые слова Python, а также имена встроенных функций Python, потому что это приведет к замещению функций. В этом разделе перечислены ключевые слова Python и имена встроенных функций, чтобы вы знали, каких имен следует избегать.

### Ключевые слова Python

Каждое ключевое слово из следующего списка имеет конкретный смысл в программах Python. При попытке использовать эти слова в качестве имен переменных произойдет ошибка.

|        |          |         |          |        |
|--------|----------|---------|----------|--------|
| False  | class    | finally | is       | return |
| None   | continue | for     | lambda   | try    |
| True   | def      | from    | nonlocal | while  |
| and    | del      | global  | not      | with   |
| as     | elif     | if      | or       | yield  |
| assert | else     | import  | pass     |        |
| break  | except   | in      | raise    |        |

## Встроенные функции Python

Если вы используете любую из следующих встроенных функций в качестве имени переменной, это приведет не к ошибке, а к изменению поведения этой функции:

|               |             |              |             |                |
|---------------|-------------|--------------|-------------|----------------|
| abs()         | divmod()    | input()      | open()      | staticmethod() |
| all()         | enumerate() | int()        | ord()       | str()          |
| any()         | eval()      | isinstance() | pow()       | sum()          |
| basestring()  | execfile()  | issubclass() | print()     | super()        |
| bin()         | file()      | iter()       | property()  | tuple()        |
| bool()        | filter()    | len()        | range()     | type()         |
| bytearray()   | float()     | list()       | raw_input() | unichr()       |
| callable()    | format()    | locals()     | reduce()    | unicode()      |
| chr()         | frozenset() | long()       | reload()    | vars()         |
| classmethod() | getattr()   | map()        | repr()      | xrange()       |
| cmp()         | globals()   | max()        | reversed()  | zip()          |
| compile()     | hasattr()   | memoryview() | round()     | __import__()   |
| complex()     | hash()      | min()        | set()       | apply()        |
| delattr()     | help()      | next()       | setattr()   | buffer()       |
| dict()        | hex()       | object()     | slice()     | coerce()       |
| dir()         | id()        | oct()        | sorted()    | intern()       |

### ПРИМЕЧАНИЕ

В Python 2.7 print является ключевым словом, а не функцией. Кроме того, в Python 3 функция unicode() недоступна. Ни одно из этих слов не должно использоваться в качестве имени переменной.

# Приложение Б.

## Текстовые редакторы

Программисты проводят много времени за написанием, чтением и редактированием кода. Очень важно, чтобы в используемом текстовом редакторе эта работа выполнялась по возможности эффективно. Эффективный редактор должен выделять структуру кода, чтобы вы могли обнаружить типичные ошибки во время работы. Также редактор должен поддерживать автоматическую расстановку отступов, маркеры для обозначения длины строки и комбинации клавиш для часто выполняемых операций.

Начинающему программисту рекомендуется использовать редактор, который поддерживает все эти функции, но не создает проблем на начальном этапе. Также желательно кое-что знать о более сложных редакторах, чтобы вы понимали, в какой момент можно задуматься над переходом.

Мы рассмотрим современные редакторы для всех основных операционных систем: Geany для новичков, работающих в Linux и Windows, и Sublime Text для OS X (хотя этот редактор также работает в Linux и Windows). Также мы рассмотрим IDLE, редактор, который поставляется с Python по умолчанию. Наконец, мы рассмотрим Emacs и vim — два сложных редактора, о которых вы будете часто слышать, когда будете проводить больше времени за программированием. Мы используем `hello_world.py` в качестве примера и запустим эту программу в каждом редакторе.

### Geany

Geany — простой текстовый редактор, который позволяет запускать почти все программы прямо из редактора. Кроме того, Geany выводит результаты в терминальном окне, что поможет вам освоить работу в терминале.

#### Установка Geany в Linux

В большинстве систем Linux установка Geany выполняется одной строкой:

```
$ sudo apt-get install geany
```

Если в системе установлено несколько версий Python, необходимо настроить Geany для использования правильной версии. Откройте Geany, выберите команду **File ▶ Save As** и сохраните пустой файл под именем `hello_world.py`. Введите следующую строку в окне редактора:

```
print("Hello Python world!")
```

Откройте окно **Build ▶ Set Build Commands**. В окне приведены команды **Compile** и **Execute**, рядом с каждым из которых располагается команда. Geany предполагает, что правильной командой в каждом случае является **python**, но если в системе должна использоваться команда **python3**, настройку необходимо изменить. Введите в поле **Compile** следующий текст:

```
python3 -m py_compile "%f"
```

Команда должна быть введена точно в таком виде без малейших изменений. Просторите за правильностью регистра символов и расстановки пробелов.

Команда **Execute** должна выглядеть так:

```
python3 "%f"
```

И снова тщательно проверьте пробелы и регистр символов.

## Установка Geany в Windows

Программу установки Geany для Windows можно загрузить по адресу <http://geany.org/>. Щелкните в строке **Releases** меню **Download** и найдите пакет **geany-1.25\_setup.exe** (или что-нибудь в этом роде). Запустите программу и подтвердите все значения по умолчанию.

Откройте Geany, выберите команду **File ▶ Save As** и сохраните пустой файл под именем **hello\_world.py**. Введите следующую строку в окне редактора:

```
print("Hello Python world!")
```

Откройте окно **Build ▶ Set Build Commands**. В окне содержатся поля **Compile** и **Execute**, рядом с каждым из которых располагается команда. Каждая команда должна начинаться с **python** (в нижнем регистре), но Geany не знает, где в вашей системе хранится программа **python**. Путь к ней необходимо добавить в начале терминального сеанса. (Вы можете пропустить эти действия, если вы настроили переменную **Path** так, как описано в приложении А.)

В полях **Compile** и **Execute** введите диск и путь к каталогу, в котором находится программа **python**. Команда **Compile** должна выглядеть примерно так:

```
C:\Python35\python -m py_compile "%f"
```

Возможно, в вашей системе путь будет немного другим, но регистр символов и пробелы должны выглядеть точно так, как показано выше.

Команда **Execute** должна выглядеть так:

```
C:\Python35\python "%f"
```

И снова тщательно проверьте пробелы и регистр символов. Когда настройка команд будет завершена, щелкните на кнопке **OK**. Теперь ваши программы должны запускаться без проблем.

## Запуск программ Python из Geany

Существуют три способа запуска программ из Geany. Чтобы запустить `hello_world.py`, выберите в меню команду **Build ▶ Execute**, щелкните на кнопке с шестеренками или нажмите клавишу **F5**. При запуске `hello_world.py` на экране появляется терминальное окно со следующим выводом:

```
Hello Python world!

(program exited with code: 0)
Press return to continue
```

## Настройка Geany

Теперь мы настроим Geany, чтобы работа проходила с максимальной эффективностью. Для этого мы настроим функции, упомянутые в начале приложения.

### Преобразование табуляций в пробелы

Чередование символов табуляции и пробелов в коде может создать проблемы в программах Python. Чтобы проверить настройки отступов в Geany, выберите команду **Edit ▶ Preferences ▶ Editor ▶ Indentation**. Задайте ширину табуляции равной 4 и выберите в поле **Type** значение **Spaces**.

Если в вашей программе табуляции чередуются с пробелами, вы можете преобразовать все табуляции в пробелы командой **Document ▶ Replace Tabs by Spaces**.

### Выбор индикатора длины строки

В большинстве редакторов существует возможность назначения визуального признака (обычно вертикальной линии), обозначающего рекомендуемую длину строки. Чтобы включить эту возможность, выберите команду **Edit ▶ Preferences ▶ Editor ▶ Display**, и убедитесь в том, что флажок **Long line** установлен. Затем убедитесь в том, что в поле **Column** задано значение 79.

### Расстановка и отмена отступов в блоках

Чтобы включить отступ в блоке, выделите код и выберите команду **Edit ▶ Format ▶ Increase Indent** или нажмите **Ctrl+I**. Чтобы убрать отступ в блоке, выберите команду **Edit ▶ Format ▶ Decrease Indent** или нажмите **Ctrl+U**.

### Преобразование блоков в комментарий

Чтобы временно исключить блок кода из программы, вы можете выделить блок и закрыть его комментарием, чтобы интерпретатор Python игнорировал его. Выберите команду **Edit ▶ Format ▶ Toggle Line Commentation (Ctrl+E)**. Строки помечаются специальной последовательностью (`#~`), указывающей, что это не обычный комментарий. Когда вы захотите вернуть блок в программу, выделите его и выберите ту же команду.

## Sublime Text

Sublime Text — простой текстовый редактор, который легко устанавливается в OS X (и во многих других системах) и позволяет выполнять почти все программы прямо из редактора. Он также выполняет ваш код в терминальном сеансе, встроенным в окно Sublime Text, что упрощает просмотр результатов. Политика лицензирования Sublime Text более чем либеральна: вы можете бесплатно пользоваться редактором сколь угодно долго, но автор требует приобрести лицензию, если программа вам понравилась и вы собираетесь использовать ее в будущем. Мы загрузим Sublime Text 3 — новейшую версию на момент написания книги.

### Установка Sublime Text в OS X

Загрузите программу установки Sublime Text по адресу <http://www.sublimetext.com/3>. Перейдите по ссылке загрузки и выберите программу установки для OS X. Когда она будет загружена, откройте программу и перетащите значок Sublime Text в папку Applications.

### Установка Sublime Text в Linux

В большинстве систем Linux редактор Sublime Text проще всего устанавливается из терминального сеанса:

```
$ sudo add-apt-repository ppa:webupd8team/sublime-text-3
$ sudo apt-get update
$ sudo apt-get install sublime-text-installer
```

### Установка Sublime Text в Windows

Загрузите программу установки для Windows по адресу <http://www.sublimetext.com/3>. Запустите программу установки, и редактор Sublime Text появится в меню Пуск.

### Запуск программ Python в Sublime Text

Если вы используете версию Python, включенную в поставку системы, скорее всего, вы сможете запускать программы без изменения каких-либо настроек. Чтобы запустить программы, выберите команду Tools ▶ Build или нажмите Ctrl+B. Когда вы запускаете `hello_world.py`, в нижней части окна Sublime Text должна появиться панель терминала со следующим выводом

```
Hello Python world!
[Finished in 0.1s]
```

## Настройка Sublime Text

Если в вашей системе установлено несколько версий Python или Sublime Text не запускает программы Python автоматически, придется внести изменения в файл конфигурации. Сначала необходимо узнать полный путь к интерпретатору Python. В Linux и OS X введите следующую команду:

```
$ type -a python3
python3 is /usr/local/bin/python3
```

Замените `python3` командой, которую вы обычно используете для запуска терминального сеанса.

Если вы работаете в системе Windows, обращайтесь к разделу «Установка Python 3 в Windows» на с. 466, в котором рассказано, как найти путь к интерпретатору Python.

Теперь откройте Sublime Text и выберите команду **Tools** ▶ **Build System** ▶ **New Build System**, которая открывает новый конфигурационный файл. Удалите текущее содержимое и введите следующий фрагмент кода:

```
Python3.sublime-build
{
 "cmd": ["/usr/local/bin/python3", "-u", "$file"],
}
```

Этот код приказывает Sublime Text использовать команду `python3` при выполнении текущего открытого файла. Убедитесь в том, что вы используете путь, определенный на предыдущем шаге (в Windows это путь `C:/Python35/python` или что-нибудь в этом роде). Сохраните файл под именем `Python3.sublime-build` в каталоге по умолчанию, который открывает Sublime Text при выборе команды **Save**.

Откройте файл `hello_world.py`, выберите команду **Tools** ▶ **Build System** ▶ **Python3**, а затем **Tools** ▶ **Build**. Вывод должен отображаться в терминале, встроенным в нижней части окна Sublime Text.

## Настройка Sublime Text

Теперь мы настроим Sublime Text, чтобы работа проходила с максимальной эффективностью. Для этого мы настроим функции, упомянутые в начале приложения.

### Преобразование табуляций в пробелы

Выберите команду **View** ▶ **Indentation** и убедитесь в том, что флажок **Indent Using Spaces** установлен. Если флажок снят, установите его.

### Выбор индикатора длины строки

Выберите команду **View** ▶ **Ruler** и щелкните на значении 80. Sublime Text устанавливает вертикальную черту в позиции 80-го символа.

### Расстановка и отмена отступов в блоках

Чтобы включить отступ в блоке, выделите код и выберите команду **Edit ▶ Line ▶ Indent** или нажмите **Ctrl+]**. Чтобы убрать отступ в блоке, выберите команду **Edit ▶ Line ▶ Unindent** или нажмите **Ctrl+[**.

## IDLE

IDLE – стандартный редактор Python. В работе он менее интуитивен, чем Geany или Sublime Text, но он часто упоминается в других учебниках, предназначенных для начинающих, поэтому вам стоит познакомиться с ним.

### Установка IDLE в Linux

Если вы используете Python 3, установите пакет **idle3** следующей командой:

```
$ sudo apt-get install idle3
```

Если вы используете Python 2, пакет **idle** устанавливается так:

```
$ sudo apt-get install idle
```

### Установка IDLE в OS X

Если вы использовали Homebrew для установки Python, скорее всего, редактор IDLE уже установлен в вашей системе. В терминальном окне введите команду **brew linkapps**, которая сообщает IDLE, как найти правильный интерпретатор Python в вашей системе. После этого IDLE оказывается в вашей папке пользовательских приложений.

В противном случае перейдите по ссылке <https://www.python.org/download/mac/tcltk/> и выполните приведенные инструкции; также необходимо установить несколько графических пакетов, от которых зависит IDLE.

### Установка IDLE в Windows

Редактор IDLE должен быть установлен автоматически, когда вы устанавливали Python. Вы найдете его в меню Пуск.

## Настройка IDLE

Так как IDLE является редактором Python по умолчанию, большая часть настроек IDLE уже приведена в соответствие с рекомендациями для Python: табуляции автоматически преобразуются в пробелы, а индикатор длины строки установлен на ширину 80 символов.

### Расстановка и отмена отступов в блоках

Чтобы включить отступ в блоке, выделите его и выберите команду **Format ▶ Indent Region** или нажмите **Ctrl+]**. Чтобы убрать отступ в блоке, выберите команду **Format ▶ Dedent Region** или нажмите **Ctrl+[**.

## Преобразование блоков в комментарий

Чтобы временно исключить выделенный блок кода из программы, выберите команду **Format ▶ Comment out Region** или нажмите **Alt+3**. Чтобы вернуть блок в программу, выберите команду **Format ▶ Uncomment Region** или нажмите **Alt+4**.

## Emacs и vim

Многие опытные программисты отдают предпочтение emacs или vim. Эти два популярных редактора спроектированы так, чтобы пользователю не приходилось отрывать руки от клавиатуры. Это означает, что опытный пользователь может читать, писать и редактировать код с очень высокой эффективностью. С другой стороны, для освоения этих редакторов придется основательно потрудиться.

Программисты часто советуют хотя бы опробовать эти редакторы, но многие профессионалы забывают, как много всего нового узнает новичок. Знать о существовании этих редакторов полезно, но отложите знакомство с ними до того момента, когда вы начнете уверенно писать программы и работать с ними в более простых редакторах, которые позволяют сосредоточиться на изучении программирования, а не на работе с редактором.

# Приложение В.

## Помощь и поддержка

Во время изучения программирования каждый из нас в какой-то момент оказывается в тупике. Один из важнейших навыков, которые должен освоить каждый программист, — умение быстро найти выход из тупика. В этом приложении описаны некоторые способы решения проблем, которые помогут вам выпутаться из сложной ситуации.

### Первые шаги

Если у вас возникли трудности, прежде всего оцените ситуацию. Прежде чем обращаться к помощью, убедитесь в том, что вы можете четко ответить на следующие три вопроса:

- Что вы пытаетесь сделать?
- Что вы делали до настоящего момента?
- Какие результаты вы получили?

Ваши ответы должны быть как можно более конкретными. Например, в первом вопросе развернутое утверждение «Я пытаюсь установить последнюю версию Python 3 на свою машину с Windows 10» достаточно подробно, чтобы другие пользователи сообщества Python могли вам помочь. Формулировки типа «Я пытаюсь установить Python» просто не содержат достаточной информации, чтобы кто-то мог предложить вам помощь.

Ответ на второй вопрос должен быть достаточно развернутым, чтобы вам не предлагали делать то, что уже было сделано: описание «Я открыл страницу <http://python.org/downloads/> и выбрал кнопку Download для Python 3. Затем я запустил программу установки» более полезно, чем «Я зашел на сайт Python и загрузил программу установки».

Что касается последнего вопроса, при поиске в Интернете или обращении за помощью желательно знать точные сообщения об ошибках.

Иногда в процессе поиска ответов на эти три вопроса вы сами понимаете, где была допущена оплошность, и выходите из тупика самостоятельно. У программистов даже имеется специальный термин для таких ситуаций: это называется «отладкой с резиновой уткой». Если вы четко объясните свою ситуацию резиновой утке (или любому другому неодушевленному объекту) и зададите конкретный вопрос, часто вы сможете ответить на него. Некоторые организации даже заводят настоящую резиновую утку, чтобы подтолкнуть своих программистов к «разговорам с уткой».

## Попробуйте заново

Просто вернитесь к началу и попробуйте еще раз; часто этого оказывается достаточно для решения многих проблем. Допустим, вы пытаетесь написать цикл `for` на основе примера из книги. Возможно, вы пропустили что-то совсем простое — скажем, двоеточие в конце строки. Повторное выполнение всех действий поможет избежать повторения ошибки.

## Сделайте перерыв

Если вы уже долго бьетесь над какой-то проблемой, сделать перерыв — едва ли не лучшее, что можно сделать. Когда мы трудимся над одной задачей в течение долгого времени, наш мозг начинает концентрироваться на единственном решении. Мы забываем о сделанных предположениях, а перерыв помогает взглянуть на проблему под новым углом. Перерыв даже не обязан быть долгим, просто нужно заняться чем-то, что выведет вас из текущего мысленного настроя. Если вы давно сидите на одном месте, переключитесь на какую-нибудь физическую нагрузку: пройдитесь или выйдите на улицу; может, выпейте стакан воды или съешьте что-нибудь легкое и здоровое.

Если вы начинаете отчаяваться, попробуйте отложить работу на следующий день. Хороший сон почти всегда упрощает задачу.

## Обратитесь к ресурсам этой книги

В список сетевых ресурсов этой книги (<https://www.nostarch.com/pythoncrashcourse/>) включен ряд полезных разделов, посвященных настройке системы и обзорам каждой главы. Просмотрите эти ресурсы — возможно, вы найдете в них то, что вам поможет.

## Поиск в Интернете

Вполне вероятно, что кто-то уже столкнулся с такой же проблемой и написал о ней в Интернете. Хорошие навыки поиска и конкретные запросы помогут вам найти информацию для решения ваших проблем. Например, если у вас возникли трудности с установкой Python 3 в Windows 10, поиск по условию `python 3 windows 10` может привести вас к ответу.

Поиск по точным сообщениям об ошибках тоже может оказаться исключительно полезным. Допустим, при попытке запуска терминального сеанса Python произошла следующая ошибка:

```
> python
'python' is not recognized as an internal or external command
>
```

Вероятно, поиск по полному тексту сообщения принесет полезную информацию. В результатах поиска, связанного с программированием, особенно часто встречаются некоторые сайты. Я опишу некоторые из них, чтобы вы знали, чего от них можно ждать.

## Stack Overflow

Stack Overflow (<http://stackoverflow.com/>), один из самых популярных сайтов с вопросами и ответами для программистов, часто встречается на первой странице результатов поиска, связанного с Python. Пользователи публикуют вопросы по возникшим проблемам, а другие участники пытаются дать полезные ответы. Пользователи могут голосовать за ответы, которые, по их мнению, принесли наибольшую пользу, так что лучшими ответами обычно оказываются первые из найденных.

На сайте Stack Overflow можно найти ответы на многие основные вопросы по языку Python, потому что со временем они были хорошо проработаны. Пользователи также публикуют обновления, так что ответы остаются относительно актуальными. На момент написания книги на сайте Stack Overflow были опубликованы ответы более чем на 400 000 вопросов, связанных с Python.

## Официальная документация Python

Официальная документация Python (<http://docs.python.org/>) уже не столь бесспорно полезна для новичков, потому что она написана для документирования языка, а не для разъяснений. Примеры в официальной документации должны работать, но возможно, что-то в них останется для вас непонятным. Тем не менее это полезный ресурс, к которому стоит обращаться при поиске, а по мере углубления вашего понимания Python он будет приносить еще больше пользы.

## Официальная документация библиотек

Если вы используете конкретную библиотеку (например, Pygame, matplotlib, Django и т. д.), в поиске часто будут встречаться ссылки на официальную документацию этого проекта — например, документация <http://docs.djangoproject.com/> чрезвычайно полезна. Если вы собираетесь работать с любыми из этих библиотек, вам стоит ознакомиться с официальной документацией.

## r/learnpython

Форум Reddit состоит из ряда *подфорумов* (subreddits). Подфорум r/learnpython (<http://reddit.com/r/learnpython/>) достаточно активен и благожелательно настроен. Здесь вы сможете прочитать вопросы других участников и опубликовать свои собственные.

## Сообщения в блогах

Многие программисты ведут блоги и пишут об аспектах языка, с которым они работают. Прежде чем брать на вооружение любой совет, просмотрите несколько первых комментариев к сообщению в блоге. Если комментариев нет, к сообщению следует относиться скептически. Вполне возможно, что никто другой не смог убедиться в полезности этого совета.

## IRC (Internet Relay Chat)

Программисты общаются в реальном времени на каналах IRC. Если вы зашли в тупик, а поиск в Интернете не принес результатов, обращение на канал IRC может оказаться лучшим вариантом. Многие люди, проводящие время на этих каналах, вежливы и доброжелательны, особенно если вы можете точно описать, что вы пытаетесь сделать, что уже было сделано и какие результаты вы получили.

### Создание учетной записи IRC

Чтобы создать учетную запись на IRC, зайдите на сайт <http://webchat.freenode.net/>. Выберите имя пользователя, заполните поле с кодом проверки (captcha) и щелкните на кнопке **Connect**. Появляется сообщение, приветствующее вас на сервере IRC freenode. В поле в нижней части окна введите следующую команду:

```
/msg nickserv register пароль адрес_электронной_почты
```

Введите свой пароль и адрес электронной почты. Выберите простой пароль, который не используется для других учетных записей. Пароль передается в небезопасном виде, так что выбирать защищенный пароль не обязательно. На ваш адрес электронной почты придет сообщение с инструкцией по подтверждению учетной записи. В нем будет содержаться команда следующего вида:

```
/msg nickserv verify register имя код_проверки
```

Скопируйте эту строку на сайт IRC с именем, которое вы выбрали ранее, и полученным кодом проверки. Теперь все готово для присоединения к каналу.

### Выбор канала

Чтобы присоединиться к основному каналу Python, введите команду `/join #python`. На экране появляется подтверждение о том, что вы присоединились к каналу, а также общая информация о канале.

Канал `##learnpython` (с двумя символами #) обычно тоже активно работает. Этот канал связан с <http://reddit.com/r/learnpython/>, поэтому вы также будете видеть здесь информацию о сообщениях на `r/learnpython`. Канал `#pyladies` предназначен для женщин, изучающих Python, а также для людей, помогающих женщинам-программистам. Если вы работаете над веб-приложениями, также можно присоединиться к каналу `#django`.

После присоединения к каналу вы сможете читать разговоры других пользователей, а также задавать вопросы.

### Культура IRC

Чтобы помочь была эффективной, необходимо кое-что знать о культуре IRC. Если вы сосредоточитесь на трех вопросах, приведенных в начале приложения, это определенно станет значительным шагом на пути к успешному решению. Люди охотно

помогут вам, если вы сможете точно объяснить, что вы пытаетесь сделать, что уже пробовали сделать и какие именно результаты при этом получили. Если вам нужно поделиться кодом или выходными данными, участники IRC используют внешние сайты, предназначенные для этой цели (например, <https://bpaste.net/+python/>). Тем самым предотвращается загромождение канала кодом и упрощается чтение опубликованного кода.

Терпение всегда повышает вероятность успеха. Четко сформулируйте свой вопрос и подождите ответа. Часто пользователи участвуют сразу в нескольких беседах, но обычно кто-то откликнется на вашу просьбу за разумное время. При небольшом количестве участников на получение ответа может потребоваться больше времени.

# Приложение Г. Git и контроль версий

Программы контроля версий позволяют взять создать «моментальный снимок» состояния программы, находящейся в рабочем состоянии. При внесении изменений в проект (например, при реализации новой возможности) существует возможность возврата к предыдущему работоспособному состоянию, если в новом состоянии проект работает не так, как ожидалось.

Благодаря программам контроля версий программист может работать над усовершенствованием и совершать ошибки, не опасаясь нарушить работоспособность проекта. Это особенно важно в больших проектах, но также может быть полезно и в меньших проектах — даже для программ, содержащихся в одном файле.

В этом приложении вы узнаете, как установить Git и использовать эту систему для управления версиями программ, над которыми вы работаете. В настоящее время Git является самой популярной программой контроля версий. Многие расширенные возможности Git предназначены для групп, совместно работающих над большими проектами, но базовые функции также хорошо подходят для разработчиков-одиночек. Контроль версий в Git основан на отслеживании изменений, вносимых в каждый файл проекта; если вы совершили ошибку, то сможете просто вернуться к ранее сохраненному состоянию.

## Установка Git

Git работает во всех операционных системах, но способы установки в конкретных системах различаются. Ниже приведены инструкции для каждой операционной системы.

### Установка Git в Linux

Чтобы установить Git в Linux, введите следующую команду:

```
$ sudo apt-get install git
```

Все, теперь вы можете использовать Git в своих проектах.

### Установка Git в OS X

Возможно, программа Git уже установлена в вашей системе; попробуйте ввести команду `git --version`. Если в выводе будет указан конкретный номер версии, Git

устанавливается в вашей системе. Если в сообщении будет предложено установить или обновить Git, просто выполните инструкции на экране.

Также есть другой способ: зайдите на сайт <https://git-scm.com/>, перейдите по ссылке **Downloads** и выберите подходящую программу установки для вашей системы.

## Установка Git в Windows

Вы можете установить Git в системе Windows с сайта <http://msysgit.github.io/>.

## Настройка Git

Git следит за тем, кто вносит изменения в проект, — даже если над проектом работает всего один человек. Для этого Git необходимо знать ваше имя пользователя и пароль. Имя пользователя должно быть указано обязательно, но ничто не мешает вам ввести фиктивный адрес электронной почты:

```
$ git config --global user.name "имя_пользователя"
$ git config --global user.email "username@example.com"
```

Если вы забудете это сделать, Git запросит информацию при первом закреплении.

## Создание проекта

Для начала создадим проект для работы. Создайте в системе папку с именем `git_practice`. В этой папке разместите файл с простой программой Python:

```
hello_world.py
print("Hello Git world!")
```

Эта программа поможет нам изучить базовую функциональность Git.

## Игнорирование файлов

Файлы с расширением `.rus` автоматически строятся на основе файлов `.ru`, и отслеживать их в Git не нужно. Эти файлы хранятся в каталоге с именем `__pycache__`. Чтобы приказать Git игнорировать этот каталог, создайте специальный файл с именем `.gitignore` (с точкой в начале имени и без расширения) и включите в него следующую строку:

```
.gitignore
__pycache__/
```

В результате Git будет игнорировать любые файлы, находящиеся в каталоге `__pycache__`. Файл `.gitignore` избавляет проект от излишнего «балласта» и упрощает работу с ним.

### ПРИМЕЧАНИЕ

Если вы используете Python 2.7, замените эту строку на `*.rus`. Python 2.7 не создает каталог `__ruscache__`; каждый файл `.rus` хранится в одном каталоге с соответствующим файлом `.ru`. Звездочка (\*) приказывает Git игнорировать все файлы с расширением `.rus`.

Возможно, для открытия файла `.gitignore` вам придется изменить настройки своего текстового редактора, чтобы в нем отображались скрытые файлы. Некоторые редакторы настроены на игнорирование имен файлов, начинающихся с точки.

## Инициализация репозитория

Теперь, когда у вас имеется каталог с файлом Python и файлом `.gitignore`, можно переходить к инициализации репозитория Git. Откройте терминал, перейдите в каталог `git_practice` и выполните следующую команду:

```
git_practice$ git init
Initialized empty Git repository in git_practice/.git/
git_practice$
```

Из выходных данных видно, что Git инициализирует пустой репозиторий в каталоге `git_practice`. Репозиторий представляет собой набор файлов программы, который активно отслеживается системой Git. Все файлы, используемые Git для управления репозиторием, хранятся в скрытом каталоге `.git/`, с которым вам вообще не придется работать. Просто не удаляйте этот каталог, иначе вся история проекта будет потеряна.

## Проверка статуса

Прежде чем делать что-либо, проверьте статус проекта:

```
git_practice$ git status
❶ # On branch master
#
Initial commit
#
❷ # Untracked files:
(use "git add <file>..." to include in what will be committed)
#
.gitignore
hello_world.py
#
❸ nothing added to commit but untracked files present (use "git add" to track)
git_practice$
```

В Git *ветвью* (branch) называется версия проекта, над которым вы работаете; из вывода видно, что текущей является ветвь с именем `master` ❶. Каждый раз, когда вы проверяете статус своего проекта, программа должна сообщать, что текущей является ветвь `master`. После этого мы видим, что система готова к исходному закреплению. З *креплением* (commit) называется «моментальный снимок» проекта на определенный момент времени.

Git сообщает, что в проекте имеются неотслеживаемые файлы ❷, потому что мы еще не сообщили Git, какие файлы должны отслеживаться. Затем мы узнаем, что в текущее закрепление еще ничего не добавлено, но существуют неотслеживаемые файлы, которые следует добавить в репозиторий ❸.

## Добавление файлов в репозиторий

Добавим в репозиторий два файла и снова проверим статус:

```
❶ git_practice$ git add .
❷ git_practice$ git status
On branch master
#
Initial commit
#
Changes to be committed:
(use "git rm --cached <file>..." to unstage)
#
❸ # new file: .gitignore
new file: hello_world.py
#
git_practice$
```

Команда `git` добавляет в репозиторий все файлы проекта, которые еще не отслеживаются ❶. Закрепление при этом не выполняется; команда просто сообщает Git, что эти файлы нужно отслеживать. При проверке статуса проекта мы видим, что Git находит изменения, которые необходимо закрепить ❷. Метка *new file* означает, что эти файлы были только что добавлены в репозиторий ❸.

## Закрепление

Выполним первое закрепление:

```
❶ git_practice$ git commit -m "Started project."
❷ [master (root-commit) c03d2a3] Started project.
❸ 2 files changed, 1 insertion(+)
 create mode 100644 .gitignore
 create mode 100644 hello_world.py
❹ git_practice$ git status
On branch master
nothing to commit, working directory clean
git_practice$
```

Команда `git commit -m "сообщение"` ❶ создает «моментальный снимок» состояния проекта. Флаг `-m` приказывает Git сохранить следующее сообщение ("Started project.") в журнале проекта. Из вывода следует, что текущей является ветвь `master` ❷, а в проекте изменились два файла ❸.

Проверка статуса показывает, что текущей является ветвь `master`, а рабочий каталог чист ❹. Это сообщение должно выводиться каждый раз, когда вы закрепляете рабочее состояние своего проекта. Если вы получите другое сообщение, внимательно прочтайте его; скорее всего, вы забыли добавить файл после закрепления.

## Просмотр журнала

Git ведет журнал всех закреплений, выполненных в проекте. Проверим содержимое журнала:

```
git_practice$ git log
commit a9d74d87f1aa3b8f5b2688cb586eac1a908cfc7f
Author: Eric Matthes <eric@example.com>
Date: Mon Mar 16 07:23:32 2015 -0800

 Started project.
git_practice$
```

Каждый раз, когда вы выполняете закрепление, Git генерирует уникальный идентификатор из 40 символов. Сохраняется информация о том, кто выполнил изменение, когда оно было выполнено, а также передаваемое сообщение. Не вся эта информация вам понадобится, поэтому Git предоставляет возможность вывести упрощенный вариант записи журнала:

```
git_practice$ git log --pretty=oneline
a9d74d87f1aa3b8f5b2688cb586eac1a908cfc7f Started project.
git_practice$
```

Флаг `--pretty=oneline` выводит два важнейших атрибута: идентификатор закрепления и сохраненное для этого закрепления сообщение.

## Второе закрепление

Чтобы увидеть всю мощь системы контроля версий, следует внести в проект изменение и закрепить его. Добавим еще одну строку в `hello_world.py`:

```
hello_world.py
print("Hello Git world!")
print("Hello everyone.")
```

Проверяя статус проекта, мы видим, что изменение в файле было замечено Git:

```
git_practice$ git status
❶ # On branch master
Changes not staged for commit:
(use "git add <file>..." to update what will be committed)
(use "git checkout -- <file>..." to discard changes in working directory)
#
❷ # modified: hello_world.py
#
❸ # no changes added to commit (use "git add" and/or "git commit -a")
git_practice$
```

В результатах оказывается текущая ветвь ❶, имя измененного файла ❷, а также то, что изменения не были закреплены ❸. Закрепим изменения и снова проверим статус:

```

❶ git_practice$ git commit -am "Extended greeting."
[master 08d4d5e] Extended greeting.
 1 file changed, 1 insertion(+)
❷ git_practice$ git status
On branch master
nothing to commit, working directory clean
❸ git_practice$ git log --pretty=oneline
08d4d5e39cb906f6cff197bd48e9ab32203d7ed6 Extended greeting.
be017b7f06d390261dbc64ff593be6803fd2e3a1 Started project.
git_practice$
```

Команда `git commit` с флагом `-am` выполняет новое закрепление. Флаг `-a` приказывает Git добавить все измененные файлы в репозитории в текущее закрепление. (Если вы создали новые файлы между закреплениями, просто снова выполните команду `git add.`, чтобы включить новые файлы в репозиторий.) Флаг `-m` приказывает Git сохранить сообщение в журнале.

При проверке статуса проекта рабочий каталог снова оказывается чистым ❷. На конец, в журнале хранится информация о двух закреплениях ❸.

## Отмена изменений

А теперь посмотрим, как отменить изменение и вернуться к предыдущему работоспособному состоянию. Сначала добавьте в файл `hello_world.py` новую строку:

```

hello_world.py
print("Hello Git world!")
print("Hello everyone.")

print("Oh no, I broke the project!")
```

Сохраните и запустите этот файл.

Из информации статуса видно, что Git видит изменения:

```

git_practice$ git status
On branch master
Changes not staged for commit:
(use "git add <file>..." to update what will be committed)
(use "git checkout -- <file>..." to discard changes in working directory)
#
❶ # modified: hello_world.py
#
no changes added to commit (use "git add" and/or "git commit -a")
git_practice$
```

Git понимает, что файл `hello_world.py` был изменен ❶, и при желании мы можем закрепить изменения. Но на этот раз вместо закрепления мы хотим вернуться к последней операции закрепления, в которой проект был заведомо работоспособным. С `hello_world.py` ничего делать не нужно: ни удалять строку, ни использовать функцию отмены в текстовом редакторе. Вместо этого введите следующие команды в терминальном сеансе:

```
git_practice$ git checkout .
git_practice$ git status
On branch master
nothing to commit, working directory clean
git_practice$
```

Команда `git checkout` позволяет работать с любым предшествующим закреплением. Команда `git checkout .` отменяет все изменения, внесенные с момента последнего закрепления, и восстанавливает проект в последнем закрепленном состоянии.

Вернувшись в текстовый редактор, вы увидите, что файл `hello_world.py` вернулся к следующему состоянию:

```
print("Hello Git world!")
print("Hello everyone.")
```

И хотя в таком простом проекте возврат к предыдущему состоянию может показаться тривиальным, если бы мы работали над большим проектом с десятками измененных файлов, все файлы, измененные с момента последнего закрепления, вернулись бы к предыдущему состоянию. Эта возможность невероятно полезна: вы можете вносить любые изменения в ходе реализации новой функции, а если они не сработают, вы просто отменяете их без вреда для проекта. Не нужно запоминать эти изменения и отменять их вручную; Git делает все это за вас.

#### ПРИМЕЧАНИЕ

Щелкните в окне редактора, чтобы обновить файл и увидеть предыдущую версию.

## Извлечение предыдущих закреплений

Git позволяет извлечь из журнала любое закрепление, не только последнее. Для этого в команде вместо точки указываются первые 6 символов идентификатора. Выполняя извлечение, вы можете просмотреть более раннее закрепление и либо вернуться к своему последнему закреплению, либо отказаться от всей последней работы и продолжить разработку с более раннего закрепления:

```
git_practice$ git log --pretty=oneline
08d4d5e39cb906f6cff197bd48e9ab32203d7ed6 Extended greeting.
be017b7f06d390261dbc64ff593be6803fd2e3a1 Started project.
git_practice$ git checkout be017b
Note: checking out 'be017b'.
```

- ❶ You are in 'detached HEAD' state. You can look around, make experimental changes and commit them, and you can discard any commits you make in this state without impacting any branches by performing another checkout.  
If you want to create a new branch to retain commits you create, you may do so (now or later) by using -b with the checkout command again. Example:

```
git checkout -b new_branch_name
```

```
HEAD is now at be017b7... Started project.
git_practice$
```

При извлечении предыдущего закрепления вы покидаете ветвь `master` и входите в состояние, которое Git называет *отсоединенным состоянием HEAD* ❶. HEAD – текущее состояние проекта; «отсоединенными» оно называется потому, что мы покинули именованную ветвь (`master` в данном случае).

Чтобы вернуться к ветви `master`, извлеките ее:

```
git_practice$ git checkout master
Previous HEAD position was be017b7... Started project.
Switched to branch 'master'
git_practice$
```

Вы снова возвращаетесь к ветви `master`. Не вносите изменения в проект при извлечении старого закрепления, если не хотите использовать использовать расширенные возможности Git. Но вы можете вернуться к предыдущему состоянию, если над проектом больше никто не работает. Работая в ветви `master`, введите следующую команду:

```
❶ git_practice$ git status
On branch master
nothing to commit, working directory clean
❷ git_practice$ git log --pretty=oneline
08d4d5e39cb906f6cff197bd48e9ab32203d7ed6 Extended greeting.
be017b7f06d390261dbc64ff593be6803fd2e3a1 Started project.
❸ git_practice$ git reset --hard be017b7
HEAD is now at be017b7 Started project.
❹ git_practice$ git status
On branch master
nothing to commit, working directory clean
❺ git_practice$ git log --pretty=oneline
be017b7f06d390261dbc64ff593be6803fd2e3a1 Started project.
git_practice$
```

Сначала мы проверяем статус и убеждаемся в том, что текущей является ветвь `master` ❶. В журнале присутствуют оба закрепления ❷. Затем выдается команда `git reset --hard` с первыми шестью символами идентификатора того закрепления, к которому нужно вернуться ❸. Далее повторная проверка статуса показывает, что мы находимся в главной ветви, а закреплять нечего ❹. Повторное обращение к журналу показывает, что проект находится в том состоянии, к которому мы решили вернуться ❺.

## Удаление репозитория

Случается, что история репозитория нарушается и вы не знаете, как ее восстановить. Если это произойдет, для начала обратитесь за помощью методами, описанными в приложении В. Если исправить ошибку не удалось, а вы работаете над проектом в одиночку, продолжайте работать с файлами, но сотрите историю проекта, удалив каталог `.git`. Это не повлияет на текущее состояние файлов, но приведет к удалению всех закреплений, так что вы потеряете возможность извлекать другие состояния проекта.

Для этого либо откройте программу для работы с файлами и удалите репозиторий `.git`, либо сделайте это в командной строке. После этого необходимо создать новый репозиторий, чтобы снова отслеживать изменения в проекте. Вот как выглядит весь процесс в терминальном сеансе:

```
❶ git_practice$ git status
On branch master
nothing to commit, working directory clean
❷ git_practice$ rm -rf .git
❸ git_practice$ git status
fatal: Not a git repository (or any of the parent directories): .git
❹ git_practice$ git init
Initialized empty Git repository in git_practice/.git/
❺ git_practice$ git status
On branch master
#
Initial commit
#
Untracked files:
(use "git add <file>..." to include in what will be committed)
#
.gitignore
hello_world.py
#
nothing added to commit but untracked files present (use "git add" to track)
❻ git_practice$ git add .
git_practice$ git commit -m "Starting over."
[master (root-commit) 05f5e01] Starting over.
 2 files changed, 2 insertions(+)
 create mode 100644 .gitignore
 create mode 100644 hello_world.py
❼ git_practice$ git status
On branch master
nothing to commit, working directory clean
git_practice$
```

Сначала мы проверяем статус и видим, что рабочий каталог чист ❶. Затем команда `rm -rf .git` (`rmdir /s .git` в Windows) удаляет каталог `.git` ❷. При проверке статуса после удаления каталога `.git` выдается сообщение об отсутствии репозитория Git ❸. Вся информация, используемая Git для отслеживания репозитория, хранится в каталоге `.git`, поэтому его удаление приводит к уничтожению всего репозитория.

Тогда мы можем использовать команду `git init` для создания нового репозитория ❹. Проверка статуса показывает, что все вернулось к исходному состоянию, ожидая первого закрепления ❺. Мы добавляем файлы и выполняем первое закрепление ❻. Теперь проверка статуса показывает, что проект находится в новой ветви `master`, а закреплять пока нечего ❼.

Работа с системой контроля версий потребует некоторых усилий, но стоит немного освоиться, и вам уже не захочется работать без нее.

# Послесловие

Поздравляю! Вы изучили основы Python и применили полученные знания для построения реальных проектов. Вы построили компьютерную игру, провели визуализацию данных и создали веб-приложение. Теперь перед вами открыто несколько разных направлений, по которым вы можете повышать свою квалификацию программиста.

На первых порах продолжайте работу над осмысленными проектами, которые представляют для вас интерес. Программирование становится более интересным, когда вы решаете актуальные, важные задачи, а к этому моменту вы знаете достаточно для того, чтобы участвовать в самых разных проектах. Придумайте собственную игру или напишите свою версию классической аркадной игры. Попробуйте проанализировать данные, важные для вас, и создайте визуализации, которые выявляют интересные закономерности и связи. Создайте собственное веб-приложение или имитируйте одно из своих любимых приложений.

По возможности предлагайте другим людям использовать ваши программы. Если вы написали игру — пусть кто-нибудь сыграет в нее. Если вы построили визуализацию, покажите ее другим людям и посмотрите, как они воспримут результат. Если вы создали веб-приложение, разверните его в Интернете и предложите другим опробовать его. Прислушивайтесь к мнению пользователей и старайтесь учитывать полученную информацию в своих проектах; это поможет вам стать профессионалом более высокого класса.

В ходе работы над собственными проектами вы столкнетесь с проблемами, которые будет слишком трудно или даже невозможно решить самостоятельно. Поиските новые способы обратиться за помощью, найдите свое место в сообществе Python. Вступите в местную группу пользователей Python или присоединитесь к одному из сетевых сообществ. Рассмотрите возможность посещения ближайшей конференции PyCon.

Постарайтесь выдержать баланс между работой над проектами, интересующими вас, и развитием ваших общих навыков Python. В Интернете можно найти много источников информации о Python, для программистов среднего уровня написано много книг. Теперь, когда вы овладели основами и знаете, как применять свои навыки, многие из этих ресурсов станут доступными для вас. Работа с учебниками и книгами Python закрепит изученный материал, углубит ваше понимание программирования в целом и Python в частности. И когда вы после этого вернетесь к работе над проектами, вы сможете более эффективно решать более широкий круг задач.

Поздравляем — вы проделали долгий путь! Желаем удачи в дальнейшем изучении Python!

*Эрик Мэтиз*

## **Изучаем Python. Программирование игр, визуализация данных, веб-приложения**

*Перевел с английского Е. Матвеев*

|                       |                     |
|-----------------------|---------------------|
| Заведующая редакцией  | <i>Ю. Сергиенко</i> |
| Ведущий редактор      | <i>Н. Римицан</i>   |
| Литературный редактор | <i>Н. Суслова</i>   |
| Корректор             | <i>М. Одинокова</i> |
| Верстка               | <i>Л. Соловьева</i> |

ООО «Питер Пресс», 192102, Санкт-Петербург, ул. Андреевская (д. Волкова), д. 3, литер А, пом. 7Н.

Налоговая льгота — общероссийский классификатор продукции ОК 034-2014,  
58.11.12.000 — Книги печатные профессиональные, технические и научные.

Подписано в печать 20.09.16. Формат 70×100/16. Бумага офсетная. Усл. п. л. 39,990. Тираж 1000. Заказ 0000.



**ИЗДАТЕЛЬСКИЙ ДОМ «ПИТЕР» предлагает  
профессиональную, популярную и детскую развивающую литературу**

**Заказать книги оптом можно в наших представительствах**

### **РОССИЯ**

**Санкт-Петербург:** м. «Выборгская», Б. Сампсониевский пр., д. 29а  
тел./факс: (812) 703-73-83, 703-73-72; e-mail: sales@piter.com

**Москва:** м. «Электрозводская», Семеновская наб., д. 2/1, стр. 1, 6 этаж  
тел./факс: (495) 234-38-15; e-mail: sales@msk.piter.com

**Воронеж:** тел.: 8 951 861-72-70; e-mail: hitsenko@piter.com

**Екатеринбург:** ул. Толедова, д. 43а; тел./факс: (343) 378-98-41, 378-98-42;  
e-mail: office@ekat.piter.com; skype: ekat.manager2

**Нижний Новгород:** тел.: 8 930 712-75-13; e-mail: yashny@yandex.ru; skype: yashny1

**Ростов-на-Дону:** ул. Ульяновская, д. 26  
тел./факс: (863) 269-91-22, 269-91-30; e-mail: piter-ug@rostov.piter.com

**Самара:** ул. Молодогвардейская, д. 33а, офис 223  
тел./факс: (846) 277-89-79, 277-89-66; e-mail: pitvolga@mail.ru,  
pitvolga@samara-ttk.ru

### **БЕЛАРУСЬ**

**Минск:** ул. Розы Люксембург, д. 163; тел./факс: +37 517 208-80-01, 208-81-25;  
e-mail: og@minsk.piter.com

**Издательский дом «Питер» приглашает к сотрудничеству авторов:**  
тел./факс: (812) 703-73-72, (495) 234-38-15; e-mail: ivanova@piter.com  
**Подробная информация здесь:** <http://www.piter.com/page/avtoru>

**Издательский дом «Питер» приглашает к сотрудничеству зарубежных  
торговых партнеров или посредников, имеющих выход на зарубежный  
рынок:** тел./факс: (812) 703-73-73; e-mail: sales@piter.com

---

**Заказ книг для вузов и библиотек:**  
тел./факс: (812) 703-73-73, доб. 6243; e-mail: uchebnik@piter.com

---

**Заказ книг по почте:** на сайте [www.piter.com](http://www.piter.com); тел.: (812) 703-73-74, доб. 6216;  
e-mail: books@piter.com

---

**Вопросы по продаже электронных книг:** тел.: (812) 703-73-74, доб. 6217;  
e-mail: kuznetsov@piter.com

# КНИГА-ПОЧТОЙ



**ЗАКАЗАТЬ КНИГИ ИЗДАТЕЛЬСКОГО ДОМА «ПИТЕР»  
МОЖНО ЛЮБЫМ УДОБНЫМ ДЛЯ ВАС СПОСОБОМ:**

- на нашем сайте: [www.piter.com](http://www.piter.com)
- по электронной почте: [books@piter.com](mailto:books@piter.com)
- по телефону: **(812) 703-73-74**

**ВЫ МОЖЕТЕ ВЫБРАТЬ ЛЮБОЙ УДОБНЫЙ ДЛЯ ВАС СПОСОБ ОПЛАТЫ:**

- Ⓐ Наложенным платежом с оплатой при получении в ближайшем почтовом отделении.
- Ⓑ С помощью банковской карты. Во время заказа вы будете перенаправлены на защищенный сервер нашего оператора, где сможете ввести свои данные для оплаты.
- Ⓒ Электронными деньгами. Мы принимаем к оплате Яндекс.Деньги, Webmoney и Kiwi-кошелек.
- Ⓓ В любом банке, распечатав квитанцию, которая формируется автоматически после совершения вами заказа.

**ВЫ МОЖЕТЕ ВЫБРАТЬ ЛЮБОЙ УДОБНЫЙ ДЛЯ ВАС СПОСОБ ДОСТАВКИ:**

- Посылки отправляются через «Почту России». Отработанная система позволяет нам организовывать доставку ваших покупок максимально быстро. Дату отправления вашей покупки и дату доставки вам сообщат по e-mail.
- Вы можете оформить курьерскую доставку своего заказа (более подробную информацию можно получить на нашем сайте [www.piter.com](http://www.piter.com)).
- Можно оформить доставку заказа через почтоматы (адреса почтоматов можно узнать на нашем сайте [www.piter.com](http://www.piter.com)).

**ПРИ ОФОРМЛЕНИИ ЗАКАЗА УКАЖИТЕ:**

- фамилию, имя, отчество, телефон, e-mail;
- почтовый индекс, регион, район, населенный пункт, улицу, дом, корпус, квартиру;
- название книги, автора, количество заказываемых экземпляров.

**БЕСПЛАТНАЯ ДОСТАВКА:**

- курьером по Москве и Санкт-Петербургу при заказе на сумму **от 2000 руб.**
- почтой России при предварительной оплате заказа на сумму **от 2000 руб.**



## ВАША УНИКАЛЬНАЯ КНИГА

Хотите издать свою книгу? Она станет идеальным подарком для партнеров и друзей, отличным инструментом для продвижения вашего бренда, презентом для памятных событий! Мы сможем осуществить ваши любые, даже самые смелые и сложные, идеи и проекты.

### МЫ ПРЕДЛАГАЕМ:

- издать вашу книгу
- издание книги для использования в маркетинговых активностях
- книги как корпоративные подарки
- рекламу в книгах
- издание корпоративной библиотеки

### **Почему надо выбрать именно нас:**

Издательству «Питер» более 20 лет. Наш опыт – гарантия высокого качества.

### **Мы предлагаем:**

- услуги по обработке и доработке вашего текста
- современный дизайн от профессионалов
- высокий уровень полиграфического исполнения
- продажу вашей книги во всех книжных магазинах страны

### **Обеспечим продвижение вашей книги:**

- рекламой в профильных СМИ и местах продаж
- рецензиями в ведущих книжных изданиях
- интернет-поддержкой рекламной кампании

Мы имеем собственную сеть дистрибуции по всей России, а также на Украине и в Беларуси. Сотрудничаем с крупнейшими книжными магазинами.

Издательство «Питер» является постоянным участником многих конференций и семинаров, которые предоставляют широкую возможность реализации книг.

Мы обязательно проследим, чтобы ваша книга постоянно имелась в наличии в магазинах и была выложена на самых видных местах.

Обеспечим индивидуальный подход к каждому клиенту, эксклюзивный дизайн, любой тираж.

Кроме того, предлагаем вам выпустить электронную книгу. Мы разместим ее в крупнейших интернет-магазинах. Книга будет сверстана в формате ePUB или PDF – самых популярных и надежных форматах на сегодняшний день.

### **Свяжитесь с нами прямо сейчас:**

**Санкт-Петербург** – Анна Титова, (812) 703-73-73, [titova@piter.com](mailto:titova@piter.com)  
**Москва** – Сергей Клебанов, (495) 234-38-15, [klebanov@piter.com](mailto:klebanov@piter.com)