

Дэвид Херман

СИЛА JavaScript

68 способов
эффективного
использования JS



David Herman

Effective JavaScript

**68 SPECIFIC WAYS
TO HARNESS THE POWER**



◆ Addison-Wesley

Upper Saddle River, NJ • Boston • San Francisco • New York • Toronto
Montreal • London • Munich • Paris • Madrid
Capetown • Sydney • Tokyo • Singapore • Mexico City

Дэвид Херман

СИЛА JavaScript 68 способов эффективного использования JS



Москва · Санкт-Петербург · Нижний Новгород · Воронеж

Ростов-на-Дону · Екатеринбург · Самара · Новосибирск

Киев · Харьков · Минск

2013

ББК 32.988.02-018.1
УДК 004.43
Х39

Херман Д.

Х39 Сила JavaScript. 68 способов эффективного использования JS. — СПб.: Питер, 2013. — 288 с.: ил. — (Серия «Библиотека специалиста»).

ISBN 978-5-496-00524-1

Эта книга поможет вам освоить всю мощь языка программирования JavaScript и научит применять его максимально эффективно. Автор описывает внутреннюю работу языка на понятных практических примерах, которые помогут как начинающим программистам, так и опытным разработчикам повысить уровень понимания JavaScript и существенно обогатить опыт его применения в своей работе.

В книге содержится 68 проверенных подходов для написания «чистого» и работающего кода на JavaScript, которые можно легко использовать на практике. Вы узнаете, как выбирать правильный стиль программирования для каждого конкретного проекта, как управлять непредвиденными проблемами разработки, а также как работать более эффективно на каждом этапе программирования на JavaScript.

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

ББК 32.988.02-018.1
УДК 004.43

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

Информация, содержащаяся в данной книге, получена из источников, рассматриваемых издательством как надежные. Тем не менее, имея в виду возможные человеческие или технические ошибки, издательство не может гарантировать абсолютную точность и полноту приводимых сведений и не несет ответственности за возможные ошибки, связанные с использованием книги.

ISBN 978-0321812186 англ.

ISBN 978-5-496-00524-1

© Pearson Education, Inc.

© Перевод на русский язык ООО Издательство «Питер», 2013

© Издание на русском языке, оформление ООО Издательство «Питер», 2013

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	9
Введение	12
JavaScript в сравнении с ECMAScript	13
Веб-программирование	13
Замечание по поводу параллелизма	14
Благодарности.	15
Об авторе	18
Глава 1. Подготовка к программированию на JavaScript	19
1. Заранее узнайте, какая версия JavaScript используется.	20
2. Разберитесь с числами с плавающей точкой.	28
3. Остерегайтесь неявного приведения типов данных	32
4. Отдавайте предпочтение примитивам, а не объектным оболочкам	40
5. Избегайте использования оператора == со смешанными типами	42
6. Разберитесь с ограничениями на использование точки с запятой	46
7. Рассматривайте строки в виде последовательности 16-разрядных байтовых представлений кодов.	55

Глава 2. Область видимости переменных.	61
8. Страйтесь как можно меньше использовать глобальный объект	61
9. Всегда объявляйте локальные переменные	65
10. Избегайте ключевого слова with	67
11. Освойте механизм замыканий	72
12. Разберитесь с подъемом переменных	76
13. Используйте немедленно вызываемые функции-выражения для создания локальных областей видимости	79
14. Остерегайтесь использования непереносимых областей видимости, возникающих при использовании именованных функций-выражений	83
15. Остерегайтесь непереносимых областей видимости, возникающих из-за объявления функций внутри локальных блоков	88
16. Избегайте создания локальных переменных с помощью функции eval	91
17. Используйте непрямой вызов функции eval вместо прямого	93
Глава 3. Использование функций	96
18. Разберитесь в различиях между вызовами функций, методов и конструкторов	96
19. Научитесь пользоваться функциями высшего порядка	100
20. Используйте метод call для вызова методов с произвольным получателем	105
21. Используйте метод apply для вызова функций с разным количеством аргументов	107
22. Используйте объект arguments для создания вариативных функций	110
23. Никогда не вносите изменений в объект arguments	112
24. Используйте переменную для сохранения ссылки на объект arguments	115
25. Используйте метод bind для извлечения методов с фиксированным получателем	117
26. Используйте метод bind для каррирования функций	120
27. При инкапсуляции кода отдавайте предпочтение замыканиям, а не строкам	122

28. Избегайте использования метода <code>toString</code> функций.	124
29. Избегайте нестандартных свойств инспектирования стека.	127
Глава 4. Объекты и прототипы 130	
30. Разберитесь в различиях между механизмами <code>prototype</code> , <code>getPrototypeOf</code> и <code>__proto__</code>	131
31. Отдавайте предпочтение функции <code>Object.getPrototypeOf</code> , а не свойству <code>__proto__</code>	135
32. Никогда не вносите изменения в свойство <code>__proto__</code>	136
33. Создавайте свои конструкторы так, чтобы их не нужно было вызывать с оператором <code>new</code>	138
34. Храните методы в прототипах	142
35. Для хранения закрытых данных используйте замыкания.	144
36. Храните состояние экземпляра только в объектах-экземплярах	147
37. Разберитесь с неявным связыванием <code>this</code>	150
38. Вызывайте конструкторы суперкласса из конструкторов подкласса	154
39. Не используйте повторно имена свойств суперкласса	159
40. Избегайте наследования от стандартных классов.	161
41. Считайте прототипы деталями реализации	164
42. Не пытайтесь бездумно вносить изменения методом обезьяньей правки.	166
Глава 5. Массивы и словари. 169	
43. Создавайте простые словари только из непосредственных экземпляров объектов.	169
44. Используйте прототипы равные <code>null</code> для предотвращения прототипного загрязнения	173
45. Используйте метод <code>hasOwnProperty</code> для защиты от прототипного загрязнения	176
46. Отдавайте предпочтение массивам, а не словарям при работе с упорядоченными коллекциями	182
47. Не добавляйте перечисляемые свойства к <code>Object.prototype</code>	186
48. Избегайте модификации объекта в ходе перечисления	188
49. При последовательном переборе элементов массива отдавайте предпочтение циклу <code>for</code> , а не циклу <code>for...in</code>	194

50. При работе с циклами отдавайте предпочтение итерационным методам	196
51. Повторно используйте обобщенные методы прототипа Array для объектов, похожих на массивы	202
52. Отдавайте предпочтение литералам массивов, а не конструктору Array	205
 Глава 6. Разработка библиотек и API 207	
53. Придерживайтесь неизменных соглашений	207
54. Рассматривайте вариант undefined как «нет значения»	210
55. Применяйте для аргументов, требующих описания, объекты параметров	216
56. Избегайте ненужных данных о состоянии	222
57. Используйте структурную типизацию для создания гибких интерфейсов	226
58. Различайте массив и подобие массива	232
59. Избегайте избыточного приведения типов данных	237
60. Выстраивайте цепочки методов.	242
 Глава 7. Параллелизм 246	
61. Не блокируйте очередь событий при вводе-выводе	247
62. Используйте вложенные или именованные функции обратного вызова для задания последовательности выполнения асинхронных команд	252
63. Не забывайте о существовании игнорируемых ошибок	257
64. Используйте рекурсию для асинхронных циклов	262
65. Не блокируйте очередь событий вычислениями	267
66. Используйте счетчик для выполнения параллельных операций	272
67. Не вызывайте асинхронные функции обратного вызова в синхронном режиме	278
68. Используйте обязательства для более понятной асинхронной логики	282

ПРЕДИСЛОВИЕ

Как теперь уже всем известно, я создал JavaScript за десять дней в мае 1995 года, стараясь следовать настоятельным, но противоречивым руководящим указаниям вроде «сделать этот язык похожим на Java», «сделать его простым для начинающих», «сделать его таким, чтобы он управлял в браузере Netscape практически всем, что там есть».

Помимо того, что я правильно выбрал два основных направления (первоклассные функции, прототипы объектов), моим решением, соответствующим столь сложным требованиям и невероятно сжатому графику работы, было изначально сделать JavaScript максимально пластичным языком. Я знал, что разработчикам придется исправлять ошибки первых нескольких версий, устранивая недочеты и отыскивая более удачные подходы, чем те, которые я заложил на скорую руку посредством встроенных библиотек. В то время как многие языки серьезно ограничивают возможности изменения объектов, не позволяя, к примеру, переделывать или расширять встроенные объекты в процессе выполнения программы или переопределять их присваиванием, используя механизм связывания имен стандартной библиотеки, JavaScript дает возможность изменить любой объект практически полностью.

Я считаю, что если все взвесить, это было весьма удачное конструкторское решение. В нем четко обозначаются проблемы в тех или иных областях (например, безопасное смешение надежного и ненадежного кода

в пределах системы защиты браузера). Однако важно было обеспечить поддержку так называемой обезьяньей правки (*monkey-patching*), когда разработчики вносят изменения в стандартные объекты как для исправления ошибок, так и для эмуляции будущих функциональных возможностей в устаревших браузерах (так называемая полифильная библиотечная прокладка, что на американализированном английском можно было бы назвать шпаклевкой — «*spackle*»).

Кроме обычных, порой слишком приземленных путей использования, гибкость, присущая JavaScript, подстегивает формирование и рост инновационно настроенных групп пользователей на работу по нескольким творческим направлениям. Наиболее инициативные пользователи создавали инструментальные пакеты или библиотеки сред по образцу и подобию тех, что применяются в других языках программирования: Prototype в Ruby, MochiKit в Python, Dojo в Java, TIBET в Smalltalk. А затем мир JavaScript начала штурмовать библиотека jQuery («JavaScript новой волны»), которая, когда я с ней впервые познакомился в 2007 году, показалась мне несколько припозднившейся. Не имея каких-либо прецедентов в других языках программирования и в то же время используя опыт предыдущих JavaScript-библиотек, она радикально упростила этот мир, отказавшись следовать модели поведения браузера «запроси и сделай».

Со временем ведущие пользователи и инновационные группы разработали для JavaScript «домашний стиль», которому до сих пор подражают и который упрощают в других библиотеках, к тому же, этот стиль закладывается в современную веб-стандартизацию.

В ходе этой эволюции у JavaScript осталась обратная совместимость (совместимость с прежними недочетами) и, разумеется, присущая этому языку изменчивость, причем даже после появления в самых последних версиях стандарта ECMAScript конкретных методов замораживания объектов, призванных защитить их от расширения, и изоляции свойств объекта, призванных защитить их

от переопределения. И эволюция JavaScript еще далека от завершения. По аналогии с живыми языками и биологическими системами, JavaScript в течение длительного времени переживает постоянные изменения. Я до сих пор не могу себе представить, что в будущем появится единая «стандартная библиотека» (или стиль программирования), отметающая все, что было до нее.

Не бывает языков без странностей или ограничений, навязываемых некими оптимальными универсальными приемами, и JavaScript тоже не лишен странностей и ограничений (скорее, их у него даже больше!). Поэтому, чтобы добиться большей эффективности, чем при работе с большинством других языков программирования, JavaScript-разработчики должны учиться употреблять хороший стиль, правильно задействовать язык и овладевать лучшими приемами программирования. Я верю, что, составляя свое мнение о том, что является наиболее эффективным, важно избегать крайностей и выстраивания жестких или догматичных руководств, касающихся стиля.

В этой книге избран сбалансированный подход к изложению материала, основанный на конкретных доказательствах и опыте без излишней назидательности и строгих предписаний. Я думаю, что книга станет весьма важным помощником и надежным руководством для многих людей, стремящихся создавать эффективные JavaScript-программы, никак не ограничивая их в плане выразительности и свободе введения новых идей и парадигм. Кроме того, это вполне конкретная, интересная книга с великолепными примерами.

И в завершение я хочу сказать, что имею честь знать Дэвида Хермана с 2006 года, когда впервые от имени Mozilla обратился к нему по поводу привлечения в качестве приглашенного специалиста к разработке основ стандартов Ecma. Глубокие знания Дэйва, преподносимые им в довольно простой форме, и его энтузиазм ощущаются на каждой странице этой книги. Браво!

Брендан Айк (*Brendan Eich*)

ВВЕДЕНИЕ

Моей любимой Лизе

Изучение языка программирования требует ознакомления с его *синтаксисом*, то есть набором форм и структур, из которых строятся реальные программы, и *семантикой*, то есть назначением или функционированием этих форм. Но кроме того, освоение языка требует понимания его *прагматики*, то есть тех способов, с помощью которых функциональные возможности языка используются для создания эффективных программ. Эта последняя категория характеризуется особой утонченностью, в частности, в таком гибком и выразительном языке, как JavaScript.

Эта книга посвящена прагматике JavaScript. Она не является вводным руководством, предполагается, что вы уже знакомы с JavaScript в частности и с программированием вообще. Существует множество замечательных книг, дающих начальное представление о JavaScript, например книга Дугласа Крокфорда (Douglas Crockford), «JavaScript: The Good Parts» или Марижна Хавербеке (Marijn Haverbeke) «Eloquent JavaScript». При написании данной книги я преследовал цель помочь вам углубить свое понимание того, как эффективно использовать JavaScript для создания более предсказуемых, более надежных и лучше поддерживаемых приложений и библиотек.

JAVASCRIPT В СРАВНЕНИИ С ECMASCRIPT

Перед углублением в материал данной книги полезно прояснить некоторые терминологические тонкости. Эта книга написана о языке, который почти повсеместно известен как JavaScript. Тем не менее официальный стандарт, в котором определены спецификации, описывающие язык, называет его ECMAScript. История развивается по спирали, но сводится она к вопросу авторских прав: по юридическим причинам организация, готовившая стандарт Ecma International, не могла использовать для своего стандарта название «JavaScript». Еще более запутало ситуацию то, что сама эта организация изменила свое название с ECMA (European Computer Manufacturers Association) на Ecma International, но к этому моменту имя, в котором используются только прописные буквы (ECMAScript), уже было «высечено в камне».

Формально, когда люди ссылаются на ECMAScript, они зачастую имеют в виду «идеальный» язык, определенный стандартом Ecma. В то же время, название JavaScript может означать все что угодно, от языка, существующего на практике, до конкретного движка от какого-нибудь поставщика. Чаще всего эти два понятия взаимозаменяемы. Ради ясности и последовательности при упоминании об официальном стандарте в этой книге я буду употреблять название ECMAScript, а во всех остальных случаях при ссылках на язык — JavaScript. Я также воспользуюсь общепринятым сокращением ES5 при ссылке на пятый выпуск стандарта ECMAScript.

ВЕБ-ПРОГРАММИРОВАНИЕ

Трудно говорить о JavaScript, не упоминая о веб-программировании. На данный момент JavaScript является единственным языком программирования, имеющим во всех

основных веб-браузерах встроенную поддержку сценариев, выполняемых на стороне клиента. Более того, в последние годы, с появлением платформы Node.js, JavaScript превратился в популярный язык для реализации приложений на стороне сервера. И все-таки, данная книга о JavaScript, а не о веб-программировании. Временами в ней приходится говорить о примерах, связанных с веб-программированием и применением тех или иных концепций, однако основное внимание в этой книге уделено языку — его синтаксису, семантике и прагматике, а не API-интерфейсам и технологиям веб-платформ.

ЗАМЕЧАНИЕ ПО ПОВОДУ ПАРАЛЛЕЛИЗМА

Странностью JavaScript является то, что поведение этого языка в условиях параллелизма совершенно ничем не регламентировано. До пятой редакции включительно, стандарт ECMAScript ничего не говорил о работе JavaScript-программ в условиях интерактивной или параллельной среды. Параллелизму посвящена глава 7, в которой неофициальные свойства JavaScript описываются с технической точки зрения. Но на практике все основные JavaScript-движки используют общую модель параллелизма. Поддержание параллельных и интерактивных программ является центральной объединяющей идеей программирования на JavaScript, несмотря на отсутствие ее упоминания в стандарте. Надо сказать, что формальная база этих общих аспектов модели параллелизма в JavaScript может быть официально определена в будущих редакциях стандарта ECMAScript.

БЛАГОДАРНОСТИ

Своим появлением эта книга во многом обязана изобретателю JavaScript Брэндану Айку (Brendan Eich). Я глубоко благодарен Брэндану за приглашение поучаствовать в стандартизации JavaScript и за его наставничество и поддержку моей карьере в Mozilla.

Вдохновение и информация, касающаяся основной массы материала этой книги, черпались из замечательных постов в блогах и из интернет-статей. Я многому научился благодаря постам Бена (Ben) «cowboy» Алмана (Alman), Эрика Арвидсона (Erik Arvidsson), Матиаса Байненса (Mathias Bynens), Тима (Tim) «creationix» Касвела (Caswell), Майклджона (Michaeljohn) «inimino» Клемента (Clement), Ангуса Кролла (Angus Croll), Эндрю Дюпона (Andrew Dupont), Ария Хидаята (Ariya Hidayat), Стивена Левитана (Steven Levithan), Пана Томакоса (Pan Thomakos), Джеффа Уалдена (Jeff Walden) и Юрия (Juriy) «kangax» Зайцева (Zaytsev). Разумеется, основным источником материала книги стала спецификация ECMAScript, которая, начиная с редакции Edition 5, неустанно редактируется и обновляется Алленом Уирфс-Броком (Allen Wirfs-Brock). И Mozilla Developer Network продолжает быть наиболее впечатляющим и высококачественным сетевым ресурсом для API-интерфейсов и функциональных возможностей.

При рождении замысла и при написании книги у меня было множество консультантов. Джон Рейсиг (John Resig) еще перед тем, как я приступил к работе над книгой, дал мне полезный совет профессионального писателя. Блэйк

Каплан (Blake Kaplan) и Патрик Уолтон (Patrick Walton) помогли мне на ранних этапах собраться с мыслями и спланировать структуру книги. В ходе работы я получал очень ценные советы от Брайана Андерсона (Brian Anderson), Норберта Линденберга (Norbert Lindenbergs), Сэма Тобин-Хочстадта (Sam Tobin-Hochstadt), Рика Уолдрана (Rick Waldron) и Патрика Уолтона (Patrick Walton).

Мне было очень приятно работать с персоналом издательства Pearson. Оливия Басегио (Olivia Basegio), Эндрю Доил (Audrey Doyle), Трина МакДональд (Trina MacDonald), Скотт Мейерс (Scott Meyers) и Крис Зан (Chris Zahn) были внимательны к моим вопросам, терпеливы к задержкам с моей стороны и терпимы к моим непомерным запросам. Это невозможно забыть.

Я не могу поверить, что мне так повезло найти столь прекрасных научных редакторов — настоящую команду мечты. Для меня большая честь, что редактировать эту книгу согласились Эрик Арвидссон (Erik Arvidsson), Ребекка Мэрфи (Rebecca Murphrey), Рик Уолдран (Rick Waldron) и Ричард Уорс (Richard Worth), высказав мне бесценные критические замечания и предложения. Не раз и не два им удалось уберечь меня от весьма досадных ошибок.

Написание книги оказалось еще более мучительным занятием, чем я ожидал. И без поддержки друзей и коллег я потратил бы массу сил и нервов. Не знаю, понимали они это тогда или нет, но Энди Денмарк (Andy Denmark), Рик Уолдран (Rick Waldron) и Тревис Уинфрей (Travis Winfrey) воодушевляли меня в минуты сомнений.

Основная часть этой книги написана в легендарном кафе «Java Beach» по соседству с Парксайд в Сан-Франциско. Персонал запомнил мое имя и предугадывал мои заказы. Я благодарен им за уютное место работы и за бесперебойное снабжение едой и кофеином.

Свой посильный вклад в создание этой книги пытался внести и мой пушистый кошачий друг, Масик. По крайней мере, он прыгал ко мне на колени и устраивался перед экраном. (Возможно, тем самым он согревал мой ноутбук.)

Масик — мой верный приятель с 2006 года, и я не могу представить свою жизнь без этого пушистого клубка.

С начала и до конца содействие и поддержку в реализации проекта оказывала вся моя семья. К сожалению, мои девушка и бабушка, Фрэнк и Мириам Сламар, ушли из жизни, так и не разделив со мной радость появления конечного продукта. Но они были небезучастны и горды мною, и в этой книге нашел отражение маленький кусочек моего детства из тех времен, когда я вместе с Фрэнком писал программы на Бейсике.

И наконец, всю ту признательность, которую я хотел бы выразить любви всей моей жизни, Лизе Сильвериа (Lisa Silveria), в этом введении описать просто невозможно.

ОБ АВТОРЕ

Дэвид Херман работает старшим научным сотрудником в компании Mozilla Research. Он имеет степень бакалавра в области вычислительной техники, полученную в Гринелльском колледже, а также степени магистра и доктора философии (кандидата наук) в области вычислительной техники от Северо-Восточного университета. Дэвид входит в состав Ecma TC39, комитета, отвечающего за стандартизацию JavaScript.

ГЛАВА 1. Подготовка к программированию на JavaScript

Язык JavaScript разрабатывался с расчетом на узнаваемость. Имея синтаксис, напоминающий Java, и конструктивные элементы, общие для многих языков сценариев (такие как функции, массивы, отображения и регулярные выражения), JavaScript создает впечатление языка, быстрое изучение которого под силу любому человеку даже с небольшим опытом программирования. И благодаря небольшому количеству базовых концепций, использующихся в этом языке, новичкам в программировании дается шанс приступить к написанию программ после сравнительно небольшой подготовительной практики.

Однако при всей доступности JavaScript освоение языка занимает куда больше времени и требует глубокого понимания его семантики, характерных особенностей и наиболее эффективных идиом. Каждая глава данной книги описывает разную тематическую область эффективного языка JavaScript, и первая глава начинается с некоторых наиболее фундаментальных тем.

1

ЗАРАНЕЕ УЗНАЙТЕ, КАКАЯ ВЕРСИЯ JAVASCRIPT ИСПОЛЬЗУЕТСЯ

Как и большинство других успешных технологий, JavaScript находится в постоянном развитии. Изначально появившийся на рынке как дополнение к Java для программирования интерактивных веб-страниц, язык JavaScript в конечном счете вытеснил Java из разряда доминирующих языков веб-программирования. Популярность JavaScript привела в 1997 году к формализации этого языка в виде международного стандарта, официально известного как ECMAScript. Сегодня существует множество конкурирующих реализаций JavaScript, соответствующих различным версиям стандарта ECMAScript.

Третье издание стандарта ECMAScript (часто называемое ES3), работа над которым завершилась в 1999 году, остается самой распространенной версией JavaScript. Следующей крупной вехой в стандартизации стала пятая редакция — ES5 (Edition 5), вышедшая в 2009 году. В ES5 было стандартизовано большое количество новых функциональных возможностей, кроме того, стали стандартными некоторые функциональные возможности, ранее широко поддерживаемые, но не имевшие точного определения. Поскольку поддержка ES5 еще не стала повсеместной, те конкретные темы и места в книге, которые касаются ES5, оговариваются особым образом.

Кроме нескольких редакций стандарта, существует также ряд нестандартных функциональных возможностей, поддерживаемых в одних и не поддерживаемых в других реализациях JavaScript. Например, многие JavaScript-движки поддерживают для определения переменных ключевое слово `const`, хотя стандарт ECMAScript не предоставляет каких-либо определений синтаксиса или поведения этого ключевого слова. Более того, механизм функционирования `const` отличается от реализации к реализации. В некоторых случаях переменные, определенные с помощью ключевого слова `const`, защищены от обновления:

1. Заранее узнайте, какая версия JavaScript используется

```
const PI = 3.141592653589793;  
PI = "изменено!";  
PI; // 3.141592653589793
```

В то же время в других реализациях `const` просто считается синонимом ключевого слова `var`:

```
const PI = 3.141592653589793;  
PI = "изменено!";  
PI; // "изменено!"
```

Отслеживание тех или иных функциональных возможностей на разных платформах затруднено как из-за долгой истории JavaScript, так и из-за разнообразия реализаций этого языка. Усугубляет проблему и то, что главная экосистема JavaScript — веб-браузер — не позволяет программистам контролировать доступность той или иной версии JavaScript для выполнения их кода. Поскольку конечными пользователями могут применяться разные версии разных веб-браузеров, веб-программы должны быть написаны с прицелом на единообразную работу во всех браузерах.

В то же время JavaScript в веб-программирования не ограничивается исключительно клиентской стороной. Другие области применения включают программы на стороне сервера, браузерные расширения и создание сценариев для мобильных и настольных систем. В ряде таких случаев вам могут быть доступны куда более конкретные версии JavaScript. Тогда будет иметь смысл воспользоваться дополнительными функциональными возможностями конкретной реализации JavaScript на той или иной платформе.

В данной книге в первую очередь рассматриваются стандартные функциональные возможности JavaScript. Тем не менее важно также упомянуть конкретные широко поддерживаемые, но нестандартные возможности. При работе с новыми стандартизованными или нестандартизованными функциональными возможностями важно разобраться, будут ли ваши приложения работать в средах, поддерживающих такие возможности. В противном случае может оказаться так, что ваши приложения будут нормально работать на вашем собственном компьютере

или в тестируемой инфраструктуре, но откажутся работать при развертывании в других средах. Например, ключевое слово `const` может хорошо работать при тестировании на движке, поддерживающем эту нестандартную функциональную возможность, а потом вызвать сбой с выдачей синтаксической ошибки при развертывании на веб-браузере, не распознающем это ключевое слово.

ES5 предлагает еще один взгляд на версии языка за счет предусмотренного в этом стандарте *строгого режима*. Этот режим позволяет выбрать ограниченную версию JavaScript, в которой отключены некоторые функциональные возможности, которые вызывают наибольшее количество проблем или при работе с которыми чаще всего допускаются ошибки. Синтаксис был разработан с учетом обратной совместимости, поэтому те среды, в которых не реализована проверка строгого режима, способны выполнять код этого режима. Строгий режим включается в программе путем добавления в самом начале программы специальной строковой константы:

```
"use strict";
```

Кроме того, строгий режим может быть включен в функции путем помещения соответствующей директивы в самом начале тела функции:

```
function f(x) {  
    "use strict";  
    // ...  
}
```

Использование в синтаксисе директивы строкового литерала выглядит несколько необычно, но преимущество такого подхода заключается в обратной совместимости: вычисление строкового литерала не имеет побочных эффектов, поэтому движок ES3 выполняет директиву как безопасную инструкцию — он вычисляет строку и тут же игнорирует ее значение. Это позволяет создавать код в строгом режиме, выполняемый на устаревших JavaScript-движках, но с весьма важным ограничением: устаревшие движки не выполняют никаких проверок, присущих стро-

1. Заранее узнайте, какая версия JavaScript используется

гому режиму. Если не проводить тестирование в среде ES5, то вполне возможно получить код, который не будет работать в среде ES5:

```
function f(x) {  
    "use strict";  
    var arguments = []; // ошибка: переопределение  
                        // переменной arguments  
    // ...  
}
```

Переопределение переменной `arguments` в строгом режиме запрещено, но в среде, не реализующей проверки строгого режима, этот код будет работать. Развёртывание этого кода для постоянной работы вызовет сбой программы в тех средах, где реализован стандарт ES5. Поэтому строгий код непременно нуждается в проверке в среде, полностью совместимой со стандартом ES5.

Подвох при использовании строгого режима заключается в том, что директива `"use strict"` распознается только в начале сценария или функции, что делает ее чувствительной к *объединению сценариев*, когда большие приложения разрабатываются в виде отдельных файлов, а затем объединяются в один файл при развертывании для постоянной работы. Рассмотрим файл, выполнение которого ожидается в строгом режиме:

```
// file1.js  
"use strict";  
function f() {  
    // ...  
}  
// ...
```

А теперь взглянем на еще один файл, работа которого в строгом режиме не ожидается:

```
// file2.js  
// директива строгого режима отсутствует  
function g() {
```



```
var arguments = [];
// ...
}
// ...
```

Можно ли теперь правильно объединить эти файлы? Если мы начнем с файла file1.js, то весь объединенный файл будет выполняться в строгом режиме:

```
// file1.js
"use strict";
function f() {
    // ...
}
// ...
// file2.js
// директива строгого режима отсутствует
function f() {
    var arguments = [];// ошибка: переопределение
                      // переменной arguments
    // ...
}
// ...
```

А если мы начнем с файла file2.js, то ни одна из частей объединенного файла в строгом режиме выполниться не будет:

```
// file2.js
// директива строгого режима отсутствует
function g() {
    var arguments = [];
    // ...
}
// ...
// file1.js
"use strict";
function f() { // теперь этот код больше
               // не выполняется в строгом режиме
    // ...
}
// ...
```

1. Заранее узнайте, какая версия JavaScript используется

В собственных проектах вы можете придерживаться политики «только строгий режим» или «только не строгий режим», но если вы хотите создать надежный код, который может быть объединен с любым другим кодом, то для этого есть несколько альтернативных вариантов.

Никогда не объединяйте файлы, предназначенные для выполнения в строгом режиме, с файлами, не предназначенными для такой работы.

Это, наверное, самое простое решение, хотя оно, конечно, ограничивает степень вашего контроля над файловой структурой создаваемого приложения или библиотеки. В лучшем случае вам придется развертывать два отдельных файла, файл, в котором содержатся все «строгие» файлы, и файл, в котором содержатся все «нестрогие» файлы.

Объединяйте файлы, заключая их тела в оболочку из немедленно вызываемых функций-выражений (Immediately Invoked Function Expression, IIFE).

О таких функциях подробно рассказывается в теме 13, а здесь отметим только, что заключение каждого файла в оболочку из функции-выражения позволяет интерпретировать их независимо друг от друга в различных режимах. При этом объединенная версия ранее показанного примера будет иметь следующий вид:

```
// директива строгого режима отсутствует
(function() {
    // file1.js
    "use strict";
    function f() {
        // ...
    }
    // ...
})();
```



```
(function() {  
    // file2.js  
    // директива строгого режима отсутствует  
    function f() {  
        var arguments = [];  
        // ...  
    }  
    // ...  
})();
```

Поскольку каждый файл помещается в отдельную область видимости, директива строгого режима (или отсутствие таковой) оказывает влияние только на содержимое этого файла. Однако при таком подходе содержимое этих файлов не может считаться интерпретируемым в глобальной области видимости. Например, объявления `var` и `function` не остаются глобальными переменными (более подробно глобальные переменные рассматриваются в теме 8). Этот подход применяется в популярных *модульных системах*, которые управляют файлами и зависимостями, автоматически помещая содержимое каждого модуля в отдельную функцию. Поскольку файлы помещаются в локальные области видимости, в отношении каждого файла может приниматься отдельное решение, касающееся строгого режима.

Пишите свои файлы так, чтобы они вели себя одинаково в любом режиме.

Чтобы написать библиотеку, которая работает в максимально возможном количестве контекстов, вы не должны основываться на предположении, что сценарий объединения обязательно поместит ее в функцию, или предполагать, что код клиента будет работать в строгом или нестрогом режиме. Простейшим способом структурирования своего кода на максимальную совместимость является его написание для выполнения в строгом режиме, но с явным размещением всего кода в функции, которая включает строгий

1. Заранее узнайте, какая версия JavaScript используется

режим локально. Это похоже на предыдущее решение, в котором содержимое каждого файла помещалось в IIFE, но в данном случае вы создаете IIFE самостоятельно, не полагаясь на то, что это будет сделано за вас инструментальным средством объединения файлов или модульной системой, и явным образом выбираете строгий режим:

```
(function() {  
    "use strict";  
    function f() {  
        // ...  
    }  
    // ...  
})();
```

Заметьте, что этот код считается выполняемым в строгом режиме независимо от того, будет или нет он в дальнейшем объединен со «строгим» или «нестрогим» контекстом. В отличие от этого функция, для которой не выбран строгий режим, все равно будет считаться работающей в строгом режиме, если она при объединении трактуется как код, для которого объявлен строгий режим выполнения. Следовательно, наиболее универсальным вариантом, выбираемым для поддержания совместимости, является написание кода для работы в строгом режиме.

УЗЕЛКИ НА ПАМЯТЬ

- ◆ Следует решить, какие версии JavaScript будет поддерживать ваше приложение.
- ◆ Нужно убедиться в том, что любые используемые вами функциональные возможности JavaScript поддерживаются всеми средами, в которых будет работать ваше приложение.
- ◆ Код, рассчитанный на выполнение в строгом режиме, нужно всегда тестировать в тех средах, в которых выполняется проверка строгого режима.
- ◆ Избегайте объединения сценариев, которые по-разному работают со строгим режимом.

2

РАЗБЕРИТЕСЬ С ЧИСЛАМИ
С ПЛАВАЮЩЕЙ ТОЧКОЙ

Большинство языков программирования имеют несколько типов числовых данных, но JavaScript обходится всего одним типом. Эта особенность отражается на поведении оператора `typeof`, который классифицирует целые числа и числа с плавающей точкой просто как числа:

```
typeof 17;    // "число"  
typeof 98.6; // "число"  
typeof -2.1; // "число"
```

На самом деле все числа в JavaScript являются числами *с плавающей точкой двойной точности*, то есть 64-разрядными числами, определяемыми стандартом IEEE 754, который широко известен как «doubles» (то есть числа с двойной точностью). Если после этого вас все еще удивляет, откуда берутся целые числа, имейте в виду, что числа с двойной точностью отлично могут представлять целые числа с точностью до 53 разрядов. Все целые числа от $-9\ 007\ 199\ 254\ 740\ 992$ (-2^{53}) до $9\ 007\ 199\ 254\ 740\ 992$ (2^{53}) являются вполне допустимыми числами с двойной точностью. Так что несмотря на отсутствие отдельного целочисленного типа, JavaScript отлично справляется с целочисленной арифметикой.

Большинство арифметических операторов работает с целыми числами, вещественными числами и с комбинациями тех и других:

```
0.1 * 1.9 // 0.19  
-99 + 100; // 1  
21 - 12.3; // 8.7  
2.5 / 5; // 0.5  
21 % 8; // 5
```

Однако поразрядные арифметические операторы представляют собой особый случай. Вместо непосредственной работы со своими аргументами как с числами с плавающей точкой, они скрытно преобразуют такие числа в 32-раз-

рядные целые числа. (Точнее, они рассматриваются как 32-разрядные целые числа *с обратным порядком следования байтов и с дополнением до двух*.) Возьмем, к примеру, выражение с поразрядным оператором OR (ИЛИ):

```
8 | 1; // 9
```

Это вроде бы простое выражение на самом деле требует вычисления в несколько этапов. Как всегда, JavaScript-числа 8 и 1 являются числами с двойной точностью, но они могут также быть представленными как 32-разрядные целые числа, то есть последовательностью, состоящей из тридцати двух единиц и нулей. 32-разрядное целое число 8 имеет следующий вид:

```
00000000000000000000000000000001000
```

Вы сами можете в этом убедиться, воспользовавшись применительно к числам методом `toString`:

```
(8).toString(2); // "1000"
```

Аргумент метода `toString` указывает на *основание системы счисления*, в данном случае он обозначает представление по основанию 2 (то есть двоичное число). Из результата отбрасываются лишние нулевые разряды, расположенные слева, поскольку на само значение они не влияют.

Целое число 1 в 32-разрядном представлении имеет следующий вид:

```
00000000000000000000000000000001
```

Поразрядное выражение с оператором OR объединяет две последовательности битов, сохраняя любой установленный бит (1), найденный в любом из входящих operandов, в результате получается следующая битовая комбинация:

```
00000000000000000000000000000001001
```

Эта последовательность является представлением целого числа 9. Вы можете это проверить с помощью стандарт-

ной библиотечной функции `parseInt`, предоставив ей и в данном случае основание 2:

```
parseInt("1001", 2); // 9
```

(Начальные нулевые биты здесь опять не нужны, поскольку на результат они не влияют.)

Аналогичным образом работают и все остальные поразрядные операторы, переводя вводимые данные в целые числа и выполняя операции над целочисленными битовыми комбинациями перед тем, как преобразовать результаты обратно в стандартные, характерные для JavaScript числа с плавающей точкой. В целом, все эти преобразования требуют от JavaScript-движков дополнительной работы: поскольку числа хранятся в формате с плавающей точкой, они должны быть преобразованы сначала в целые числа, а затем обратно в числа с плавающей точкой. Тем не менее оптимизирующие компиляторы иногда могут понять, когда арифметические выражения и даже переменные работают исключительно с целыми числами, и сохранить данные во внутренних структурах в виде целых чисел, чтобы избежать лишних преобразований.

И последнее предостережение, касающееся чисел с плавающей точкой: если они вам пока еще ничем не досаждали, то, скорее всего, у вас все еще впереди. Числа с плавающей точкой выглядят обманчиво знакомыми, но, к сожалению, они приобрели печальную известность своей неточностью. Даже те арифметические действия, которые выглядят предельно просто, могут выдавать неточные результаты:

```
0.1 + 0.2; // 0.3000000000000004
```

Хотя 64-разрядная точность считается достаточно большой, числа с двойной точностью могут представлять только лишь конечный набор вещественных чисел, в то время как набор таких чисел является бесконечным. Арифметика чисел с плавающей точкой может выдавать только приблизительные результаты, округляя их до ближайшего представимого вещественного числа. Когда

выполняется последовательность вычислений, подобные ошибки округления могут накапливаться, приводя ко все менее и менее точным результатам. Округление также приводит к неожиданным отклонениям от свойств, обычно считающихся арифметическими. Например, вещественные числа считаются *ассоциативными*, а выражается это в том, что для любых вещественных чисел x , y и z всегда соблюдается правило:

$$(x + y) + z = x + (y + z).$$

Однако для чисел с плавающей точкой это правило соблюдается не всегда:

```
(0.1 + 0.2) + 0.3; // 0.6000000000000001  
0.1 + (0.2 + 0.3); // 0.6
```

Наличие чисел с плавающей точкой предполагает компромисс между точностью и производительностью. Когда главное — точность, важно быть в курсе ограничений, накладываемых их использованием. Одним из полезных выходов из этой ситуации может стать работа с целыми числами *везде*, где это только возможно, поскольку они могут быть представлены без округления.

При вычислениях, касающихся денежных единиц, программисты зачастую их масштабируют, чтобы работать с наименьшими валютными единицами. В результате появляется возможность производить вычисления с использованием целых чисел. Например, если считать, что показанные ранее вычисления велись в долларах, то вместо этого мы можем работать с целыми числами в виде центов:

```
(10 + 20) + 30; // 60  
10 + (20 + 30); // 60
```

Тем не менее, даже работая с целыми числами, нужно не забывать о том, чтобы все вычисления укладывались в диапазон между -2^{53} и 2^{53} . Зато в этом случае больше не придется переживать за ошибки округления.

УЗЕЛКИ НА ПАМЯТЬ

- ◆ В JavaScript используются числа двойной точности с плавающей точкой.
- ◆ Целые числа в JavaScript являются не отдельным типом данных, а простым поднабором чисел с двойной точностью.
- ◆ В выражениях с поразрядными операторами числа трактуются так, как будто они являются 32-разрядными целыми числами со знаком.
- ◆ Не забывайте об ограничениях точности, присущих арифметике чисел с плавающей точкой.

3

ОСТЕРЕГАЙТЕСЬ НЕЯВНОГО ПРИВЕДЕНИЯ ТИПОВ ДАННЫХ

Как ни удивительно, JavaScript может прощать ошибки, связанные с типами данных. Многие языки посчитали бы такое выражение ошибочным:

```
3 + true; // 4
```

Причина в том, что булева величина `true` несовместима с арифметикой. В языках со статической типизацией программа с таким выражением даже не получила бы разрешение на запуск. В некоторых динамически типизированных языках программа бы работала, но подобное выражение вызвало бы исключение. JavaScript не только позволяет программе работать, но и вполне благополучно выдает результат 4!

Немедленное сообщение об ошибке при предоставлении неверного типа данных — довольно редкий случай для JavaScript. Такое, к примеру, может произойти при вызове отсутствующей функцией или при попытке получить свойство объекта `null`:

```
"hello"(1); // ошибка: это не функция
null.x;      // ошибка: невозможно прочитать свойство
               // 'x' объекта null
```

Однако во многих других случаях, вместо того чтобы сообщить об ошибке, JavaScript приводит значение к ожидаемому типу, следуя различным протоколам автоматического преобразования. Например, арифметические операторы `-`, `*`, `/` и `%` пытаются перед проведением вычисления преобразовать свои аргументы в числа. Оператор `+` действует еще более изощренно, поскольку он перегружается либо для сложения чисел, либо для объединения строк в зависимости от типов своих аргументов:

```
2 + 3; // 5
"hello" + " world"; // "hello world"
```

А что произойдет при объединении числа и строки? JavaScript неизменно отдает предпочтение строкам:

```
"2" + 3; // "23"
2 + "3"; // "23"
```

Иногда подобное смешение типов может все сильно запутать, главным образом из-за зависимости от порядка следования операций. Рассмотрим выражение:

```
1 + 2 + "3"; // "33"
```

Поскольку сложение группируется слева (то есть обладает *левой ассоциативностью*), это выражение аналогично следующему:

```
(1 + 2) + "3"; // "33"
```

Рассмотрим другое выражение:

```
1 + "2" + 3; // "123"
```

В отличие от предыдущего результатом этого выражения является строка `"123"` — опять же левая ассоциативность предписывает эквивалентность этого выражения тому выражению, в котором левая операция со знаком плюс взята в скобки:

```
(1 + "2") + 3; // "123"
```

Поразрядные операции приводят к преобразованию не только в числа, но и в тот поднабор чисел, который может быть представлен в виде 32-разрядных целых чисел, о чем уже говорилось в теме 2. Это относится к поразрядным арифметическим операторам (`~, &, ^` и `|`) и к операторам сдвига (`<<`, `>>` и `>>>`).

Описанные варианты приведения типов данных могут быть заманчиво удобными — например, для автоматического преобразования строк, поступающих после пользовательского ввода, из текстового файла или из сетевого потока:

```
"17" * 3; // 51  
"8" | "1"; // 9
```

Однако за приведением типов данных могут также скрываться ошибки. Переменная, значение которой окажется равным `null`, не вызовет сбоя при арифметическом вычислении, а будет преобразована в `0`; неопределенная переменная будет преобразована в специальное значение с плавающей точкой `NaN`, носящее парадоксальное название «не число (not a number), за что можно упрекнуть разработчиков IEEE-стандарта для чисел с плавающей точкой! Вместо немедленного запуска исключения, это приведение типов данных позволяет вычислению продолжиться зачастую с обескураживающими или непредсказуемыми результатами. Самое плохое, что крайне трудно даже провести тест на значение `NaN`, чemu есть две причины.

Во-первых, JavaScript следует за вызывающим недоумение требованием IEEE-стандарта для чисел с плавающей точкой, в соответствии с которым значение `NaN` должно рассматриваться как неравное самому себе. Поэтому проверка значения на равенство `NaN` не работает:

```
var x = NaN;  
x === NaN; // false
```

Более того, от стандартной библиотечной функции `isNaN` также мало толку, поскольку она осуществляет собственное неявное приведение типов данных, превращая свои аргу-

менты в числа перед тестированием значения. (Функцию `isNaN`, наверное, следовало бы назвать `coercesToNaN`, то есть приведение типов данных для `NaN`.) Если вы уже знаете, что значение является числом, то можете протестировать его на `NaN` с помощью функции `isNaN`:

```
isNaN(NaN); // true
```

Однако другие значения, которые не имеют никакого отношения к `NaN`, но которые приводимы к `NaN`, неотличимы от `NaN`:

```
isNaN("foo");           // true
isNaN(undefined);      // true
isNaN({});             // true
isNaN({ valueOf: "foo" }); // true
```

К счастью, для тестирования `NaN` можно применить одну немного странную и непонятную, но одновременно надежную и краткую идиому языка. Поскольку `NaN` является единственным JavaScript-значением, которое считается неравным самому себе, вы всегда можете протестировать переменную на значение `NaN` путем проверки ее на неравенство самой себе:

```
var a = NaN;
a !== a;           // true
var b = "foo";
b !== b;           // false
var c = undefined;
c !== c;           // false
var d = {};
d !== d;           // false
var e = { valueOf: "foo" };
e !== e;           // false
```

Можно также выделить этот программный эталон во вспомогательную функцию с вполне понятным именем:

```
function isReallyNaN(x) {
  return x !== x;
}
```

Однако тестирование значения на неравенство самому себе является настолько лаконичным, что зачастую используется без вспомогательной функции, поэтому важно его видеть и понимать.

Неявные операции приведения типов данных сильно мешают отладке неработающей программы, поскольку за ними скрываются ошибки, причем они затрудняют диагностику этих ошибок. Когда вычисление выполняется неправильно, при отладке лучше всего заняться изучением промежуточных результатов вычисления, производя его в обратном порядке, приближаясь к последней позиции, перед которой что-то пошло не так. Из этой позиции можно проверять аргументы каждой операции, находя те из них, которые имеют неправильный тип. В зависимости от допущенного просчета это может быть логическая ошибка, например использование неправильного арифметического оператора, или ошибка типа данных, например передача неопределенного значения вместо числа.

Объекты также могут быть приведены к примитивам. Наиболее часто так выполняется преобразование в строки:

```
"the Math object: " + Math; // "the Math object:  
                         // [object Math]"  
"the JSON object: " + JSON; // "the JSON object:  
                          // [object JSON]"
```

Объекты преобразуются в строки путем неявного вызова принадлежащего им метода `toString`. Это можно проверить, самостоятельно вызвав следующую функцию:

```
Math.toString(); // "[object Math]"  
JSON.toString(); // "[object JSON]"
```

По аналогии с этим объекты могут быть преобразованы в числа, для чего используется принадлежащий им метод `valueOf`. Вы можете управлять преобразованием типов объектов, определяя эти методы:

```
"J" + { toString: function() { return "S"; } }; // "JS"  
2 * { valueOf: function() { return 3; } }; // 6
```

И опять все усложняется, когда дело касается перегрузки оператора + либо для объединения строк, либо для сложения чисел. В особенности, когда объект содержит оба метода, и `toString`, и `valueOf`, то совершенно непонятно, какой из них будет вызван оператором +: предполагается, что выбор между объединением и сложением основывается на типах данных, но с учетом неявного приведения типов данных, поскольку на самом деле эти типы не заданы! JavaScript разрешает эту неопределенность, слепо выбирая метод `valueOf`, предпочитая его методу `toString`. Однако это означает, что при намерении выполнить объединение строк с использованием объекта поведение программы может быть неожиданным:

```
var obj = {
    toString: function() {
        return "[object MyObject]";
    },
    valueOf: function() {
        return 17;
    }
};
"object: " + obj; // "object: 17"
```

Мораль этой истории состоит в том, что метод `valueOf` в действительности ориентирован на объекты, представляющие числовые значения, например в отношении объектов `Number`. Для этих объектов методы `toString` и `valueOf` возвращают непротиворечивые результаты — строковое представление или числовое представление одного и того же числа — поэтому перегруженный оператор + всегда ведет себя последовательно независимо от того, для чего используется объект, для объединения или для сложения. В общем, приведение к строковым значениям является гораздо более распространенным и полезным, чем приведение к числовым значениям. Лучше все же избегать метода `valueOf`, если ваш объект не является числовой абстракцией и метод `obj.toString()` не производит строковое представление того, что производит метод `obj.valueOf()`.

Последняя разновидность приведения типов данных известна как *истинность*. Такие операторы, как `if`, `||` и `&&`, сообразуясь с логикой, работают с булевыми значениями, но на самом деле принимают любые значения. В JavaScript значения интерпретируются как булевые в соответствии с простым приведением типов данных. Большинство значений JavaScript являются *истинными*, то есть неявным образом приводятся к значению `true`. Это относится ко всем объектам — в отличие от приведения к строковым или числовым значениям, истинность не вызывает неявным образом какие-либо методы приведения типов данных. Существует всего лишь семь *ложных* значений: `false`, `0`, `-0`, `""`, `NaN` и `undefined`. Все остальные значения истинны. Поскольку числа и строки могут быть ложными, использование истинности для проверки факта определения аргумента функции или свойства объекта не всегда оказывается безопасным. Рассмотрим функцию, которой могут передаваться необязательные аргументы, имеющие значения по умолчанию:

```
function point(x, y) {  
    if (!x) {  
        x = 320;  
    }  
    if (!y) {  
        y = 240;  
    }  
    return { x: x, y: y };  
}
```

Эта функция игнорирует любые ложные аргументы, в том числе 0:

```
point(0, 0); // { x: 320, y: 240 }
```

Более точный способ проверки факта отсутствия определения заключается в использовании оператора `typeof`:

```
function point(x, y) {  
    if (typeof x === "undefined") {  
        x = 320;  
    }  
}
```

```
if (typeof y === "undefined") {  
    y = 240;  
}  
return { x: x, y: y };  
}
```

Эта версия функции `point` правильно отличает 0 от `undefined`:

```
point();      // { x: 320, y: 240 }  
point(0, 0); // { x: 0, y: 0 }
```

Еще один подход заключается в сравнении со значением `undefined`:

```
if (x === undefined) { ... }
```

Последствия тестирования на истинность для разработки библиотек и API рассмотрены в теме 54.

УЗЕЛКИ НА ПАМЯТЬ

- ◆ Ошибки, связанные с типом данных, могут быть молчаливо спрятаны неявным приведением типов данных.
- ◆ Оператор `+` перегружается для сложения или объединения строк в зависимости от типов данных его аргументов.
- ◆ Объекты приводятся к числам посредством метода `valueOf` и к строкам посредством метода `toString`.
- ◆ Объекты, имеющие метод `valueOf`, должны иметь реализацию метода `toString`, предоставляющего строковое представление того числа, которое производится методом `valueOf`.
- ◆ Для тестирования неопределенных значений нужно использовать оператор `typeof` или выполнять сравнение со значением `undefined`, а не выполнять проверку на истинность.

4

ОТДАВАЙТЕ ПРЕДПОЧТЕНИЕ ПРИМИТИВАМ, А НЕ ОБЪЕКТНЫМ ОБОЛОЧКАМ

В дополнение к объектам в JavaScript имеется пять типов примитивных значений: булевые значения, числа, строки, значения `null` и `undefined`. (Сбивает с толку то, что оператор `typeof` в отношении типа `null` возвращает значение `"object"`, но стандарт ECMA-Script описывает его как особый тип.) В то же время стандартная библиотека предоставляет конструкторы для заключения булевых, числовых и строковых значений в оболочку, превращая их в объекты. Вы можете создать объект `String`, который становится оболочкой для строкового значения:

```
var s = new String("hello");
```

В некотором смысле, объект `String` ведет себя так же, как и заключенное в него строковое значение. Вы можете для создания строк объединять его с другими значениями:

```
s + " world"; // "hello world"
```

Вы также можете извлекать его проиндексированные подстроки:

```
s[4]; // "o"
```

Однако в отличие от примитивных строк, объект `String` является настоящим объектом:

```
typeof "hello"; // "string"  
typeof s; // "object"
```

Это весьма важное отличие, поскольку оно означает невозможность сравнения содержимого двух различных объектов `String` посредством встроенных операторов:

```
var s1 = new String("hello");  
var s2 = new String("hello");  
s1 === s2; // false
```

Поскольку каждый объект `String` является самостоятельным объектом, он равен только самому себе. То же справедливо и для оператора нестрогого равенства:

```
s1 == s2; // false
```

Поскольку такие объектные оболочки не ведут себя всецело должным образом, они не отвечают многим целям. Главным обоснованием их существования являются их полезные методы. В JavaScript на этом механизме основано еще одно неявное приведение типов данных: вы можете извлекать свойства и вызывать методы примитивного значения, и это будет работать точно так же, как если бы вы заключили значение в оболочку из объекта соответствующего ему типа. Например, прототип объекта `String` имеет метод `toUpperCase`, который переводит строку в верхний регистр. Этим методом можно воспользоваться и для примитивного строкового значения:

```
"hello".toUpperCase(); // "HELLO"
```

Странным следствием этого неявного заключения в объектную оболочку является то, что задание свойств примитивных значений не дает практически никакого эффекта:

```
"hello".someProperty = 17;  
"hello".someProperty; // undefined
```

Поскольку неявное заключение в объектную оболочку всякий раз производит новый объект `String`, обновление первого объекта устойчивого эффекта не имеет. На самом деле задавать свойства примитивных значений не имеет никакого смысла, но знать о таком поведении JavaScript все же стоит. Получается, что это еще один случай, позволяющий JavaScript скрывать ошибки, касающиеся типов данных: если вы задаете свойства нужному объекту, но по ошибке используете примитивное значение, ваша программа просто проигнорирует сделанное изменение и продолжит свою работу. Это может запросто привести к нераспознаваемой ошибке и осложнить постановку диагноза.

УЗЕЛКИ НА ПАМЯТЬ

- ❖ Объектные оболочки для примитивных типов при сравнении на равенство ведут себя не так, как их примитивные значения.
- ❖ Получение и задание свойств примитивов приводит к неявному созданию объектных оболочек.

5

ИЗБЕГАЙТЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОПЕРАТОРА == СО СМЕШАННЫМИ ТИПАМИ

Как вы считаете, каким будет значение следующего выражения:

```
"1.0e0" == { valueOf: function() { return true; } };
```

Эти два, казалось бы, никак не связанные друг с другом значения при использовании оператора == считаются эквивалентными, поскольку из-за неявного приведения типов данных (см. тему 3), прежде чем проходить сравнение оба они преобразуются в числа. Стока "1.0e0" в результате синтаксического разбора трактуется как число 1, а объект превращается в число за счет вызова его метода valueOf и преобразования результата (true) в число, что также дает 1.

Весьма заманчиво использовать подобные механизмы приведения типов данных для решения таких задач, как чтение поля из веб-формы и сравнение его с числом:

```
var today = new Date();

if (form.month.value == (today.getMonth() + 1) &&
    form.day.value == today.getDate()) {
    // С Днем рождения!
    // ...
}
```

5. Избегайте использования оператора == со смешанными типами

Но на самом деле проще преобразовать значения в числа явным образом, используя функцию Number или унарный оператор +:

```
var today = new Date();

if (+form.month.value == (today.getMonth() + 1) &&
    +form.day.value == today.getDate()) {
    // С днем рождения!
    // ...
}
```

Так будет понятнее, поскольку тем самым читателям вашего кода явным образом сообщается, что было применено преобразование и им не нужно будет вспоминать правила преобразования. Более удачным вариантом является использование оператора *строгого равенства*:

```
var today = new Date();

if (+form.month.value === (today.getMonth() + 1) &&
    // строго
    +form.day.value === today.getDate()) {
    // строго
    // С днем рождения!
    // ...
}
```

Если два аргумента относятся к одному и тому же типу, разницы в поведении операторов == и === нет никакой. Следовательно, если известно, что аргументы относятся к одному и тому же типу, эти два оператора являются взаимозаменяемыми. Тем не менее использование оператора строгого равенства является хорошим способом дать читателям понять, что при сравнении преобразование не выполняется. В противном случае, для того чтобы разобраться в поведении вашего кода, читателям нужно будет вспоминать точные правила приведения типов данных.

Как выясняется, эти правила не всегда очевидны. Таблица 1.1 иллюстрирует эти правила на примере оператор-

ра `==`, когда его аргументы относятся к разным типам данных. Эти правила симметричны, например первое правило применяется как к выражению `null == undefined`, так и к выражению `undefined == null`. Чаще всего преобразования порождают числа, но при работе с объектами правила становятся изощреннее. Происходит попытка преобразовать объект в примитивное значение, для этого вызываются его методы `valueOf` и `toString`, после чего используется первое получаемое от них примитивное значение. Еще более изощренно правила действуют в отношении объектов `Date`, когда эти два метода применяются в обратном порядке.

Таблица 1.1. Правила приведения типов данных для оператора `==`

ТИП АРГУМЕНТА 1	ТИП АРГУМЕНТА 2	ПРИВЕДЕНИЕ ТИПА ДАННЫХ
<code>null</code>	<code>undefined</code>	Не производится; всегда <code>true</code>
<code>null</code> или <code>undefined</code>	Все, кроме <code>null</code> или <code>undefined</code>	Не производится; всегда <code>false</code>
Примитив строки, числа или булева значения	Объект <code>Date</code>	Примитив \Rightarrow число, объект <code>Date</code> \Rightarrow примитив (попытка применить <code>toString</code> , а затем <code>valueOf</code>)
Примитив строки, числа или булева значения	Любой объект, кроме объекта <code>Date</code>	Примитив \Rightarrow число, любой объект, кроме объекта <code>Date</code> \Rightarrow примитив (попытка применить <code>valueOf</code> , а затем <code>toString</code>)
Примитив строки, числа или булева значения	Примитив строки, числа или булева значения	Примитив \Rightarrow число

Создается ложное представление о том, что оператор == сглаживает различные представления данных. Этот вид коррекции ошибок иногда называют семантикой типа «делай то, что я подразумеваю». Но на самом деле компьютеры не могут читать ваши мысли. Для JavaScript в мире существует слишком много представлений данных, чтобы можно было узнать, какое из них вы используете.

Например, можно надеяться на возможность сравнить строку, содержащую дату, с объектом Date:

```
var date = new Date("1999/12/31");
date == "1999/12/31"; // false
```

Конкретно выполнение этого фрагмента приведет к сбою, поскольку преобразование объекта Date в строку даст формат, отличный от того, который используется в примере:

```
date.toString();
// "Fri Dec 31 1999 00:00:00 GMT-0800 (PST)"
```

Однако ошибка является симптомом более общего неправильного представления о приведении типов данных. Оператор == не делает логических выводов и не унифицирует произвольные форматы данных. Здесь вам и читателям вашего кода требуется понимание тонкостей правил приведения типов данных, используемых данным оператором. Лучше применить другой подход, проведя преобразование явным образом в соответствии с собственной логикой приложения и применив оператор строгого равенства:

```
function toYMD(date) {
  var y = date.getFullYear() + 1900, // индексирование
      // года начинается
      // с 1900
  m = date.getMonth() + 1, // индексирование
      // месяца начинается
      // с 0
  d = date.getDate();

  return y
  + "/" + (m < 10 ? "0" + m : m)
  + "/" + (d < 10 ? "0" + d : d);
}

toYMD(date) === "1999/12/31"; // true
```

Явное преобразование гарантирует, что вы не запутаетесь в правилах приведения типов данных, неявно выполняемых оператором `==`, и, что еще лучше, освободит читателей вашего кода от необходимости искать эти правила или вспоминать их.

УЗЕЛКИ НА ПАМЯТЬ

- ❖ Оператором `==` при наличии у него аргументов разного типа применяется довольно запутанный набор правил неявного приведения типов данных.
- ❖ Чтобы читателям вашего кода было понятно, что при сравнении не происходит никакого неявного приведения типов данных, используйте оператор `====`.
- ❖ Чтобы поведение вашей программы было понятнее, при сравнении значений разных типов используйте явное приведение типов данных.

6

РАЗБЕРИТЕСЬ С ОГРАНИЧЕНИЯМИ НА ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТОЧКИ С ЗАПЯТОЙ

Одним из удобств, присущих JavaScript, является возможность не ставить точки с запятой, завершающие инструкции. Отсутствие таковых дает более приятный, простой и эстетичный программный код:

```
function Point(x, y) {  
    this.x = x || 0  
    this.y = y || 0  
}  
  
Point.prototype.isOrigin = function() {  
    return this.x === 0 && this.y === 0  
}
```

Этот код работает благодаря механизму *автоматической вставки точек с запятой* — системе синтаксического

разбора, которая подразумевает наличие опущенных точек с запятой в определенных контекстах, фактически «вставляя» за вас точки с запятой в программу в автоматическом режиме. Стандарт ECMAScript дает точное определение механизму вставки точек с запятой, поэтому опущенные точки с запятой переносимы между движками JavaScript.

Тем не менее, так же как и с неявным приведением типов данных, рассмотренным в темах 3 и 5, здесь имеются свои подвохи, поэтому вам не удастся так просто избежать изучения правил вставки точек с запятой. Даже если вы никогда не отказываетесь от вставки точек с запятой, в синтаксисе JavaScript есть дополнительные ограничения, являющиеся следствием этой вставки. Хорошой новостью для вас может стать то, что изучив правила вставки точек с запятой, вы сможете понять, где можно опускать ненужные точки с запятой.

Первое правило вставки точек с запятой гласит:

Точки с запятой ставятся только перед лексемой } после одного или нескольких разделителей строк или в конце входных данных программы.

Иными словами, пропускать точки с запятой можно только в конце строки, блока или программы. Значит, следующие функции являются правильными:

```
function square(x) {  
    var n = +x  
    return n * n  
}  
function area(r) { r = +r; return Math.PI * r * r }  
function add1(x) { return x + 1 }
```

А эта запись неправильна:

```
function area(r) { r = +r return Math.PI * r * r }  
// ошибка
```

Второе правило вставки точек с запятой гласит:

Точки с запятой ставятся, только если следующая вводимая лексема не может быть проанализирована.

Иными словами, вставка точек с запятой является механизмом коррекции ошибок.

В качестве простого примера рассмотрим фрагмент кода:

```
a = b  
(f());
```

Этот фрагмент анализируется правильно как единая инструкция, эквивалентная следующей:

```
a = b(f());
```

То есть точка с запятой здесь может не ставиться. Рассмотрим следующий фрагмент кода:

```
a = b  
f();
```

Этот фрагмент трактуется как две отдельные инструкции, потому что при синтаксическом разборе следующая запись является ошибкой:

```
a = b f();
```

Это правило имеет неприятные обстоятельства: чтобы определить, можно ли вполне законно опустить точку с запятой, нужно всегда обращать внимание на начало следующей инструкции. Можно не ставить точку с запятой в конце инструкции, если начальная лексема следующей строки может интерпретироваться как продолжение инструкции.

Нужно следить за следующими пятью проблемными символами: (, [, +, - и /. Каждый из них в зависимости от контекста может действовать как в роли оператора, вхо-

дящего в выражение, так и в роли префикса инструкции. Поэтому следите за инструкциями, которые заканчиваются выражением, как показанная ранее инструкция присваивания. Если следующая строка начинается с любого из пяти проблемных символов, точка с запятой ставиться не будет. Безусловно, самым распространенным сценарием, в котором это происходит, является инструкция, начинающаяся с круглых скобок, как в ранее показанном примере. Другим весьма распространенным сценарием является массив литералов:

```
a = b
["r", "g", "b"].forEach(function(key) {
  background[key] = foreground[key] / 2;
});
```

Он похож на две инструкции: присваивания, за которой следует инструкция, вызывающая по очереди функцию для строк "r", "g" и "b". Однако поскольку инструкция начинается символом [, она анализируется как единая инструкция, эквивалентная следующей:

```
a = b["r", "g", "b"].forEach(function(key) {
  background[key] = foreground[key] / 2;
});
```

Если это выражение в скобках кажется странным, следует вспомнить, что JavaScript допускает выражения с запятыми в качестве разделителей, которые вычисляются слева направо и возвращают значение своего последнего подвыражения — в данном случае строки "b".

Лексемы +, - и / встречаются в начале инструкций значительно реже, но все же встречаются. Особенно коварен случай с символом /. В начале инструкции он является не полной лексемой, а началом лексемы регулярного выражения:

```
/Error/i.test(str) && fail();
```

Эта инструкция проверяет строку с помощью нечувствительного к регистру регулярного выражения /Error/i.

Если соответствие найдено, инструкция вызывает функцию `fail`. Однако предположим, что этот код следует за незавершенным присваиванием:

```
a = b  
/Error/i.test(str) && fail();
```

В этом случае весь код трактуется при анализе как единая инструкция с таким эквивалентом:

```
a = b / Error / i.test(str) && fail();
```

Иными словами, начальная лексема `/` трактуется как оператор деления!

Опытные JavaScript-программисты, не желающие засорять программу лишними точками с запятой, приучены смотреть на строку, следующую за проблемной инструкцией, чтобы убедиться, что она не будет неправильно проанализирована. Они также обращают внимание на это при переделке кода. Например, вот совершенно правильная программа с тремя подразумеваемыми точками с запятой:

```
a = b // точка с запятой подразумевается  
var x // точка с запятой подразумевается  
(f()) // точка с запятой подразумевается
```

Однако она при переделке может неожиданно превратиться в другую программу только с двумя подразумеваемыми точками с запятой:

```
var x // точка с запятой подразумевается  
a = b // точка с запятой не подразумевается  
(f()) // точка с запятой подразумевается
```

Даже при том, что после перемещения инструкции `var` вверх на одну строку получившаяся программа осталась эквивалентной предыдущей (подробности относительно области видимости переменных есть в теме 12), тот факт, что за `b` следует круглая скобка, означает, что программа будет трактоваться неправильно:

```
var x;  
a = b(f());
```

Получается, что нужно всегда быть в курсе, какие точки с запятой опущены, и проверять начало следующей строки на наличие лексем, не допускающих вставку точки с запятой. Кроме того, можно взять за правило всегда предварять дополнительной точкой с запятой инструкции, начинающиеся символом (, [, +, - или /. Например, для защиты заключенного в скобки вызова функции предыдущий пример можно изменить:

```
a = b // точка с запятой подразумевается  
var x // точка с запятой на следующей строке  
;(f()) // точка с запятой подразумевается
```

Теперь можно спокойно переместить инструкцию объявления var вверх, не опасаясь изменения программы:

```
var x // точка с запятой подразумевается  
a = b // точка с запятой на следующей строке  
;(f()) // точка с запятой подразумевается
```

Еще одним распространенным сценарием развития событий, при котором опущенные точки с запятой могут стать причиной проблем, является объединение сценариев (см. тему 1). В каждом файле может быть длинное выражение вызова функции (более подробно немедленноываемые функции-выражения рассматриваются в теме 13):

```
// file1.js  
(function() {  
    // ...  
})()  
  
// file2.js  
(function() {  
    // ...  
})()
```

Когда каждый файл загружается в виде отдельной программы, в конце автоматически ставится точка с запятой, превращая вызов функции в инструкцию. Но предположим, файлы объединяются:

```
(function() {  
    // ...  
})()  
(function() {  
    // ...  
})()
```

Тогда результат рассматривается как единая инструкция, эквивалентная следующей:

```
(function() {  
    // ...  
})()(function() {  
    // ...  
})();
```

Значит, если для инструкции опускается точка с запятой, нужно понимать назначение не только следующей лексемы в текущем файле, но и любой лексемы, которая может последовать за инструкцией после объединения сценариев. Подобно описанному ранее подходу, вы можете защитить сценарии от непродуманного объединения с помощью дополнительной точки с запятой, даже если его первая инструкция начинается с одного из пяти проблемных символов (, [, +, - или /:

```
// file1.js  
;(function() {  
    // ...  
})()
```

```
// file2.js  
;(function() {  
    // ...  
})()
```

Тем самым гарантируется, что даже при отсутствии у предыдущего файла завершающей точки с запятой результаты объединения все равно будут трактоваться как отдельные инструкции:

```
;(function() {  
    // ...
```

```
})()
;(function() {
  // ...
})()
```

Разумеется, было бы лучше, чтобы в процессе объединения сценариев дополнительные точки с запятой между файлами добавлялись автоматически. Однако не все утилиты объединения написаны достаточно хорошо, поэтому лучше всего обезопасить себя, добавив защитные точки с запятой.

После всего этого можно подумать: «Сколько всяких хлопот на мою голову. Я просто не стану никогда опускать точки с запятой, и все будет хорошо». Как бы не так: есть случаи, когда JavaScript вставляет точки с запятой принудительно, причем так, что это не будет ошибкой синтаксического разбора. Существуют так называемые *ограниченные продукты* синтаксиса JavaScript, где между двумя лексемами не должен присутствовать символ-разделитель строк. Наиболее опасный случай относится к инструкции `return`, у которой не должно быть символа-разделителя строк между ключевым словом `return` и его дополнительным аргументом. То есть следующая инструкция вернет новый объект:

```
return { };
```

В то же время рассмотрим такой фрагмент кода:

```
return
{ };
```

В результате анализа он будет трактоваться как три отдельных инструкций:

```
return;
{
};
```

Иными словами, символ-разделитель строк, следующий за ключевым словом `return`, провоцирует автоматическую вставку точки с запятой, и в результате анализа получается

инструкция `return` без аргументов, за которой следует пустой блок и пустая же инструкция. Другими ограниченными продуктами являются:

- инструкция `throw`;
- инструкция `break` или `continue` с явно указанной меткой;
- постфиксный оператор `++` или `--`.

Цель последнего правила заключается в устраниении неоднозначности в таких фрагментах кода:

```
a  
++  
b
```

Поскольку оператор `++` может служить как префиксом, так и суффиксом, а перед последним не может быть символа-разделителя строк, фрагмент после синтаксического анализа приобретает следующий вид:

```
a; ++b;
```

Третье и последнее правило вставки точек с запятой гласит:

Точки с запятой никогда не вставляются в качестве разделителей в заголовке цикла `for` или в качестве пустых инструкций.

Попросту это означает, что вы должны всегда включать точки с запятой в заголовок цикла `for` явным образом. В противном случае следующий код в ходе синтаксического разбора выльется в ошибку:

```
for (var i = 0, total = 1 // ошибка синтаксического  
// разбора  
    i < n  
    i++) {  
    total *= i  
}
```

7. Рассматривайте строки в виде последовательности 16-разрядных представлений

Аналогично этому требует явного ввода точки с запятой и цикл с пустым телом. В противном случае пропуск точки с запятой приведет к ошибке в ходе синтаксического разбора:

```
function infiniteLoop() { while (true) }  
// ошибка синтаксического разбора
```

Это тот самый случай, где без точки с запятой не обойтись:

```
function infiniteLoop() { while (true); }
```

УЗЕЛКИ НА ПАМЯТЬ

- ◆ Точки с запятой подразумеваются только перед символом }, в конце строки или в конце программы.
- ◆ Точки с запятой подразумеваются, только когда следующая лексема не может пройти синтаксический разбор.
- ◆ Никогда не опускайте точку с запятой перед инструкцией, начинающейся символом (, [, +, - или /.
- ◆ При объединении сценариев нужно явным образом вставлять между ними точки с запятой.
- ◆ Никогда не ставьте символ-разделитель строк перед аргументами, возвращаемыми с помощью инструкции return, throw, break или continue, а также перед оператором ++ или --.
- ◆ Точки с запятой никогда не подразумеваются в качестве разделителей в заголовке цикла for или в качестве пустых инструкций.

7

РАССМАТРИВАЙТЕ СТРОКИ В ВИДЕ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ 16-РАЗРЯДНЫХ БАЙТОВЫХ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ КОДОВ

Юникод имеет репутацию сложной кодировки — несмотря на повсеместное использование строк, большинство

программистов избегают изучения вопросов, касающихся Юникода, надеясь на лучшее. Однако на концептуальном уровне тут абсолютно нечего бояться. Основы Юникода предельно просты: каждый элемент текста всех в мире систем его написания связан с уникальным целым числом в диапазоне от 0 до 1 114 111, известным в Юникод-терминологии как *код символа* (*code point*). Вот и все, в этом смысле вряд ли есть какие-либо отличия от любой другой кодировки текста, например от ASCII. Но отличие все же есть, и оно заключается в том, что в кодировке ASCII каждый индекс отображается на уникальное двоичное представление, а Юникод допускает применение нескольких разных двоичных кодировок кодов символов. Различные кодировки являются компромиссом между объемом памяти, необходимым для строки, и скоростью таких операций, как индексирование внутри строки. В настоящее время существуют несколько стандартов Юникод, наиболее популярными из которых являются UTF-8, UTF-16 и UTF-32.

Еще больше усложняет картину то, что разработчики Юникода исторически просчитались с выделением диапазона под коды символов. Изначально было задумано, что Юникод потребует не более 2^{16} кодов символов. В соответствии с этим был создан UCS-2, исходный стандарт 16-разрядной кодировки, особенно привлекательной для выбора. Поскольку каждый код символа мог помещаться в 16-разрядное число, было реализовано простое отображение один к одному между кодами символов и элементами их кодировки, известными как *байтовые представления кодов* (*code units*). То есть стандарт UCS-2 был составлен из отдельных 16-разрядных представлений кодов, каждое из которых соответствует единственному коду символа Юникода. Основное преимущество такой кодировки заключается в том, что индексация внутри строки является малозатратной операцией, занимающей постоянное время: доступ к n -ному коду символа сводится к простому выбору из n -ногого 16-разрядного элемента массива. На рис. 1.1 показан пример строки, состоящей только из кодов символов в исходном 16-разрядном диапазоне. Как видите, в строке Юникода индексы между элементами кодирования и кодами символов полностью совпадают.

7. Рассматривайте строки в виде последовательности 16-разрядных представлений

'h'	'e'	'l'	'l'	'o'
0x0068	0x0065	0x006c	0x006c	0x006f
0	1	2	3	4

Рис. 1.1. JavaScript-строка содержит коды символов из основной многоязычной плоскости

В результате многие платформы стали использовать 16-разрядную кодировку строк. Одной из платформ был язык Java, и JavaScript последовал его примеру: каждый элемент JavaScript-строки является 16-разрядным значением. Теперь если бы Юникод оставался бы таким же, каким был в начале 1990-годов, каждый элемент JavaScript-строки по-прежнему соответствовал одному коду символа.

Этот 16-разрядный диапазон достаточно большой, он охватывает гораздо больше мировых текстовых систем, чем система ASCII или чем любой из ее многочисленных исторических преемников. Но даже при этом со временем стало ясно, что Юникод должен выйти за рамки своего исходного диапазона, и стандарт был расширен до его текущего диапазона в более чем 2^{20} кодов символов чисел.

В новый выросший диапазон организационно входят 17 поддиапазонов по 2^{16} кодов символов в каждом. Первый из них, известный как основная многоязычная плоскость (Basic Multilingual Plane, BMP), состоит из исходных 2^{16} кодов символов. Дополнительные 16 поддиапазонов известны как дополнительные плоскости.

Поскольку диапазон кодов символов расширился, стандарт UCS-2 устарел: для представления дополнительных кодов символов он нуждался в расширении. Его последователь, UTF-16, в основном остался таким же, но с дополнением — так называемыми *суррогатными парами*: парами 16-разрядных представлений кодов, которые вместе взятые кодировали отдельный код символа 2^{16} или выше. Например, музикальный скрипичный ключ,

который присваивается коду символа U+1D11E, в удобной шестнадцатеричной записи кода символа с числом 119070 представлен в UTF-16 парой представлений кода 0xd834 и 0xdd1e. Код символа может быть декодирован путем объединения битов, извлеченных из каждого представления кода. (Путем особых ухищрений кодировка гарантирует, что ни один из этих «суррогатов» никогда не будет перепутан с настоящим кодом символа из BMP, поэтому всегда можно сказать, имеете ли вы дело с «суррогатом», даже если поиск начался где-нибудь в середине строки.) Пример строки с суррогатной парой показан на рис. 1.2. Первый код символа в строке требует суррогатной пары, что и является причиной отличия индексов представлений кодов от индексов кодов символов.

	'.'	' '	'c'	'l'	'e'	'f'	
0	0xd834	0xdd1e	0x0020	0x0063	0x006c	0x0065	0x0066
1							
2							
3							
4							
5							
6							

Рис. 1.2. JavaScript-строка, содержащая код символа из дополнительной плоскости

Поскольку каждый код символа в кодировке UTF-16 может потребовать либо один, либо два 16-разрядных представления кода, UTF-16 является кодировкой переменной длины: размер в памяти строки длиной в n символов варьируется в зависимости от конкретных кодов символов строки. Более того, нахождение n -ного кода символа строки больше не является неизменной по времени операцией: она, как правило, требует поиска с начала строки.

Но к тому времени как Юникод расширился в размере, язык JavaScript уже перешел на 16-разрядные строковые элементы. Такие строковые свойства и методы, как `length`, `charAt` и `charCodeAt`, работают на уровне *представлений кодов*, а не *кодов символов*.

Поэтому если строка содержит коды символов из дополнительной плоскости, JavaScript представляет каждый из них с помощью не одного, а двух элементов — суррогатной пары представления кода, которая принадлежит коду символа UTF-16. Проще говоря:

Элемент JavaScript-строки является 16-разрядным представлением кода.

Внутренне JavaScript-движки могут оптимизировать хранилище строкового контента. Однако рассматривая свойства и методы строк, можно прийти к выводу, что строки ведут себя как последовательности представлений кодов UTF-16. Рассмотрим строку на рис. 1.2. Несмотря на тот факт, что строка содержит шесть кодов символов, JavaScript сообщает о том, что ее длина равна 7:

```
" clef".length; // 7  
"G clef".length; // 6
```

При извлечении отдельных элементов строки вы получаете представления кодов, а не коды символов:

```
" clef".charCodeAt(0); // 55348 (0xd834)  
" clef".charCodeAt(1); // 56606 (0xdd1e)  
" clef".charAt(1) === " "; // false  
" clef".charAt(2) === " "; // true
```

Точно так же и регулярные выражения работают на уровне представлений кодов. Шаблон отдельного символа (".") соответствует одному представлению кода:

```
/^.$/.test(""); // false  
/^..$/ .test(""); // true
```

Такое положение дел означает, что приложения, работающие с полным диапазоном Юникода, должны прилагать намного больше усилий: они не могут ограничиваться строковыми методами, значением свойства `length`, поиск-

ком по индексу или многими шаблонами регулярных выражений. Если работа ведется за пределами ВМР, лучше поискать помощи в библиотеках, поддерживающих кодировку символов. Получить правильную информацию о деталях кодирования и декодирования может быть довольно сложно, поэтому предлагается воспользоваться существующей библиотекой, а не разрабатывать логику самостоятельно.

Хотя встроенный в JavaScript строковый тип данных работает на уровне представлений кодов, это не мешает API-интерфейсам разбираться в кодах символов и суррогатных парах. На самом деле, некоторые из стандартных ECMAScript-библиотек умеют правильно обрабатывать суррогатные пары; это касается, например, URI-функций: `encodeURI`, `decodeURI`, `encodeURIComponent` и `decodeURIComponent`. Как только среди JavaScript предоставляется библиотека, работающая со строками, например обрабатывающая содержимое веб-страницы или выполняющая ввод-вывод строк, вам нужно обращаться к документации по этой библиотеке, чтобы посмотреть, как она обрабатывает полный диапазон кодов символов Юникода.

УЗЕЛКИ НА ПАМЯТЬ

- ◆ JavaScript-строка состоит из 16-разрядных представлений кода, а не из кодов символов Юникода.
- ◆ Коды символов Юникода от 2^{16} и выше представлены в JavaScript двумя представлениями кода, известными как суррогатная пара.
- ◆ Суррогатные пары ведут к неправильному подсчету элементов строки, оказывая влияние на свойства и методы `length`, `charAt`, `charCodeAt` и на такие шаблоны регулярных выражений, как « . ».
- ◆ Для написания кода, учитывающего особенности работы со строками кодов символов, нужно использовать библиотеки сторонних разработчиков.
- ◆ При использовании библиотеки, поддерживающей операции со строками, обращайтесь к документации, чтобы понять, как ею обрабатываются коды символов всего диапазона.

ГЛАВА 2.

ОБЛАСТЬ ВИДИМОСТИ ПЕРЕМЕННЫХ

Область видимости — это как кислород для программиста. Она везде. Зачастую о ней даже не задумываешься. Но когда в нее попадают примеси..., начинаешь задыхаться.

Хорошой новостью можно считать то, что основные правила, касающиеся области видимости в JavaScript, весьма просты, хорошо проработаны и невероятно эффективны. Но есть и исключения. Эффективная работа с JavaScript требует четкого усвоения некоторых базовых понятий об области видимости переменных, а также крайних случаев, которые могут приводить к не слишком очевидным, но неприятным проблемам.

8

СТАРАЙТЕСЬ КАК МОЖНО МЕНЬШЕ ИСПОЛЬЗОВАТЬ ГЛОБАЛЬНЫЙ ОБЪЕКТ

JavaScript делает очень простым создание переменных в глобальном пространстве имен. Глобальные переменные требуют минимум усилий для создания, поскольку не требуют никаких объявлений и автоматически становятся доступными всему коду программы. Такие удобства делают их весьма соблазнительными для новичков. Однако

опытным программистам известно, что глобальными переменными лучше не пользоваться. Определение глобальных переменных засоряет общее для всех пространство имен, делая возможным случайные коллизии имен. Глобальные переменные противоречат принципам модульности: они приводят к ненужным связям между отдельными компонентами программы. Как бы ни был удобен подход «сначала пишем программу, а затем приводим ее в порядок», опытные программисты принимают за правило постоянное отслеживание структуры своих программ, непрерывное сведение в группы их взаимосвязанных по функциональности компонентов и отделение друг от друга тех компонентов, которые по логике работы не связаны.

Поскольку глобальное пространство имен является единственным реальным местом взаимодействия отдельных компонентов программы, полностью избежать применения глобального пространства имен не удастся. Для компонента или библиотеки приходится определять глобальное имя, чтобы им могли пользоваться другие части программы. Однако во всех остальных случаях *при любой возможности* нужно сохранять локальный статус переменных. Конечно, можно написать программу только с глобальными переменными, но она может стать источником больших неприятностей. Даже при создании самых простых функций, определяющих свои временные переменные глобально, нужно иметь в виду, что аналогичные имена переменных могут использоваться и любым другим кодом:

```
var i, n, sum; // глобальные переменные
function averageScore(players) {
    sum = 0;
    for (i = 0, n = players.length; i < n; i++) {
        sum += score(players[i]);
    }
    return sum / n;
}
```

Определение функции `averageScore` окажется неработоспособным, если функция `score`, от которой она зависит, будет использовать в собственных целях какую-нибудь из тех же глобальных переменных:

8. Страйтесь как можно меньше использовать глобальный объект

```
var i, n, sum; // те же глобальные переменные,  
               // что и в averageScore!  
function score(player) {  
    sum = 0;  
    for (i = 0, n = player.levels.length; i < n; i++)  
    {  
        sum += player.levels[i].score;  
    }  
    return sum;  
}
```

Вместо этого нужно сделать такие переменные локальными, то есть использующимися только той частью кода, которая в них нуждается:

```
function averageScore(players) {  
    var i, n, sum;  
    sum = 0;  
    for (i = 0, n = players.length; i < n; i++) {  
        sum += score(players[i]);  
    }  
    return sum / n;  
}  
  
function score(player) {  
    var i, n, sum;  
    sum = 0;  
    for (i = 0, n = player.levels.length; i < n; i++)  
    {  
        sum += player.levels[i].score;  
    }  
    return sum;  
}
```

Глобальное пространство в JavaScript представляется *глобальным объектом*, доступным в верхней части программы в качестве исходного значения ключевого слова `this`. В веб-браузерах глобальный объект также связан с глобальной переменной `window`. Добавление или изменение глобальных переменных автоматически обновляет глобальный объект:

```
this.foo; // неопределенный глобальный объект  
foo = "global foo";  
this.foo; // "global foo"
```

Аналогично этому, обновление глобального объекта автоматически приводит к обновлению глобального пространства имен:

```
var foo = "global foo";
this.foo = "changed";
foo; // "changed"
```

Это означает, что для создания глобальной переменной можно выбрать один из двух механизмов: во-первых, ее можно объявить в глобальной области видимости с помощью ключевого слова `var`, во-вторых, ее можно добавить к глобальному объекту. При том что работают оба механизма, объявление с помощью ключевого слова `var` понятнее, так как дает наглядное представление о том, как это скажется на области видимости программы. Учитывая, что ссылка на несвязанную переменную приводит к ошибке времени выполнения, более понятное и простое обозначение области видимости помогает пользователям вашего кода разобраться в том, какие именно глобальные переменные объявлены.

Конечно, глобальный объект лучше задействовать как можно меньше, но от одного из вариантов его использования все же не обойтись. Поскольку глобальный объект предоставляет динамическое отражение глобальной среды, с его помощью можно запросить работающую среду на предмет того, какие функциональные возможности доступны на данной платформе. Например, в ES5 был введен новый глобальный объект `JSON`, предназначенный для чтения и записи в формате данных `JSON`. В качестве временной меры при развертывании кода в той среде, которая поддерживает или еще не поддерживает объект `JSON`, можно протестировать глобальный объект на присутствие этого объекта и предоставить альтернативную реализацию:

```
if (!this.JSON) {
    this.JSON = {
        parse: ...,
        stringify: ...
    };
}
```

Если у вас уже есть собственная реализация объекта JSON, то вы, конечно же, независимо от конкретных условий можете ею воспользоваться. Однако встроенные реализации, предоставляемые базовой средой, почти всегда предпочтительней: они достаточно хорошо протестированы на отсутствие ошибок и соответствие стандартам и очень часто производительнее, чем реализации сторонних разработчиков.

Методика выявления поддерживаемых функциональных возможностей особенно важна в веб-браузерах, где один и тот же код может выполняться самыми разными браузерами и версиями этих браузеров. Подобное выявление функциональных возможностей — относительно простой способ повысить надежность программ в условиях разнообразия функциональных возможностей платформ, на которых они запускаются. Та же методика может применяться и в других местах, например в общих библиотеках, которые могут работать как в браузерах, так и в серверных JavaScript-средах.

УЗЕЛКИ НА ПАМЯТЬ

- ◆ Страйтесь избегать объявления глобальных переменных.
- ◆ По возможности объявляйте переменные локально.
- ◆ Страйтесь избегать добавления свойств к глобальному объекту.
- ◆ Используйте глобальный объект для выявления поддерживаемых платформой функциональных возможностей.

9

ВСЕГДА ОБЪЯВЛЯЙТЕ ЛОКАЛЬНЫЕ ПЕРЕМЕННЫЕ

Еще больше проблем, чем обычная глобальная переменная, может создать *непредусмотренная* глобальная переменная. К сожалению, при существующих в JavaScript правилах присваивания значений переменным случайно создать глобальную переменную довольно легко. Вместо выдачи

сообщения об ошибке программы, присваивающая значение несвязанной переменной, просто создает новую глобальную переменную и присваивает ей значение. Таким образом, если забыть объявить локальную переменную, она просто по-тихому превратится в глобальную:

```
function swap(a, i, j) {  
    temp = a[i]; // глобальная переменная  
    a[i] = a[j];  
    a[j] = temp;  
}
```

Эта программа выполняется без выдачи сообщения об ошибке, хотя из-за отсутствия ключевого слова `var` при объявлении переменной `temp` случайно создается глобальная переменная. В правильной реализации этой функции переменная `temp` объявляется с ключевым словом `var`:

```
function swap(a, i, j) {  
    var temp = a[i];  
    a[i] = a[j];  
    a[j] = temp;  
}
```

Преднамеренное создание глобальных переменных считается плохим стилем программирования, но непреднамеренное создание глобальных переменных может стать настоящей бедой. Из-за этого многие программисты используют *линт-средства*, проверяющие исходный текст программы на наличие кода, написанного плохим стилем или имеющего потенциальные ошибки. Зачастую с помощью таких средств можно получить информацию о наличии несвязанных переменных. Обычно линт-средство при поиске необъявленных переменных получает от пользователя список имеющихся глобальных переменных (как тех, существование которых ожидается в базовой среде, так и определенных в отдельных файлах), а затем сообщает о любых ссылках или присваиваниях, относящихся к переменным, отсутствующим в списке или не объявленным в программе. На изучение средств разработки, предназначенных для JavaScript, стоит потратить время.

Использование в процессе разработки средств автоматической проверки на наличие типовых ошибок, например на наличие непредусмотренных глобальных переменных, может стать настоящим спасением.

УЗЕЛКИ НА ПАМЯТЬ

- ❖ Всегда объявляйте новые локальные переменные с помощью ключевого слова `var`.
- ❖ Подумайте об использовании линт-средств, позволяющих проверять программы на наличие несвязанных переменных.

10

ИЗБЕГАЙТЕ КЛЮЧЕВОГО СЛОВА WITH

Бедное ключевое слово `with`. Возможно, в JavaScript нет ничего более вредного. И ключевое слово `with` не зря за-служило свою дурную славу: все предлагаемые им удобства перечеркиваются его же ненадежностью и неэффективностью.

Мотивы применения `with` понятны. Программы часто нуждаются в последовательном вызове нескольких методов одного и того же объекта, и с помощью этого ключевого слова можно избежать повторяющихся ссылок на объект:

```
function status(info) {
    var widget = new Widget();
    with (widget) {
        setBackground("blue");
        setForeground("white");
        setText("Status: " + info); // неопределенная
                                    // ссылка
        show();
    }
}
```

Возникает также соблазн использовать `with` для «импорта» переменных из объектов, которые служат в качестве модулей:

```
function f(x, y) {  
    with (Math) {  
        return min(round(x), sqrt(y));  
        // неопределенные ссылки  
    }  
}
```

В обоих случаях `with` соблазняет простотой получения свойств объекта и связывания их с блоком в качестве локальных переменных.

Эти примеры выглядят весьма привлекательно. Но на самом деле они делают совсем не то, что должны. Обратите внимание, что в обоих примерах есть два различных типа переменных: во-первых, это переменные, от которых мы ожидаем, что они ссылаются на свойства объекта, представляемого с помощью ключевого слова `with` (такие как `setBackground`, `round` и `sqrt`), во-вторых, это переменные, которые, как мы предполагаем, ссылаются на внешние связи переменных (такие как `info`, `x` и `y`). Однако на самом деле синтаксически различий между этими двумя типами переменных нет — они просто выглядят как переменные.

Фактически, JavaScript считает все переменные одинаковыми: они ищутся, начиная с самой внутренней области видимости, и — далее изнутри к периферии. Инструкция `with` трактует объект в качестве представителя области видимости, поэтому внутри блока `with` поиск переменной начинается с поиска свойства с заданным именем переменной. Если свойство не найдено в объекте, поиск продолжается во внешних областях видимости.

На рис. 2.1 показана схема внутреннего представления области видимости JavaScript-движка в отношении функции `status`, когда в теле этой функции выполняется инструкция `with`. В спецификации ES5 это известно как *лексическая среда* (lexical environment), а в старой версии стандарта — как *цепочка областей видимости* (scope chain). Самая

внутренняя область видимости предоставляется объектом `widget`. Следующая область видимости по направлению к периферии связана с принадлежащими функции локальными переменными `info` и `widget`. На следующем уровне имеется связь с функцией `status`. Обратите внимание, что в обычной области видимости количество связей, хранящихся на этом уровне среды, в точности совпадает с количеством переменных, находящихся в локальной области видимости. Однако для области видимости инструкции `with` набор связей зависит от того, что будет в объекте в заданный момент времени.

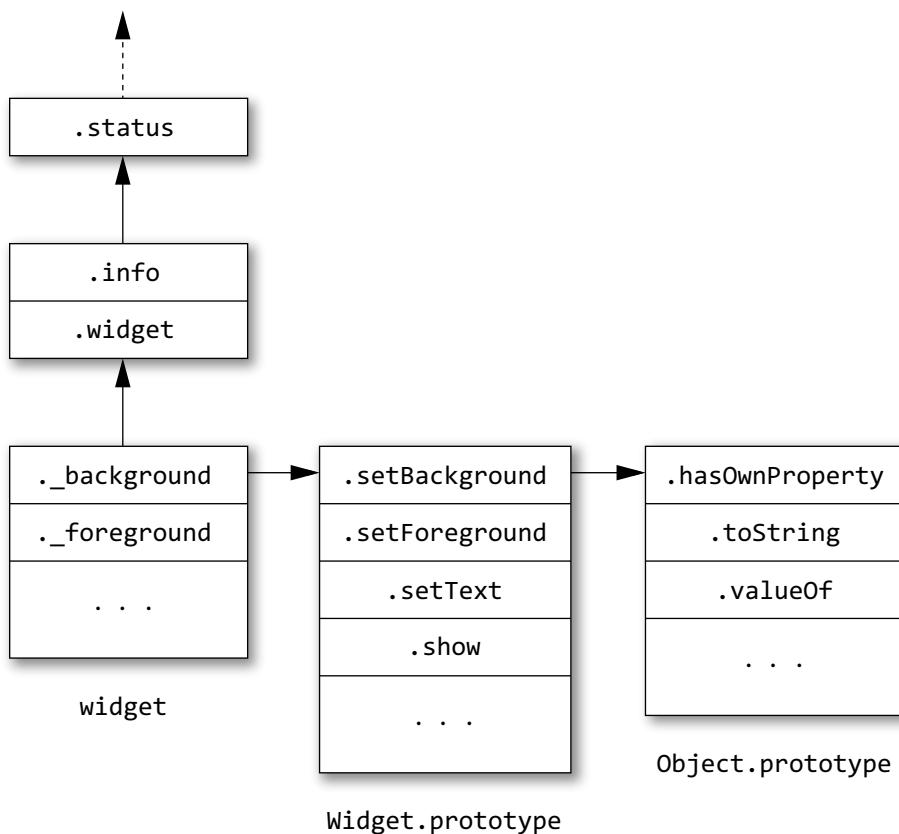


Рис. 2.1. Лексическая среда (или цепочка областей видимости) функции `status`

Можно ли быть уверенными в том, что нам известно, что объект, предоставленный инструкцией `with`, имеет или не

имеет те или иные свойства? При каждой ссылке на внешнюю по отношению к блоку `with` переменную неявно предполагается, что свойство с таким же именем отсутствует у объекта `with` или у *любого из его прототипов*. Остальные части программы, которые создают или изменяют объект `with` и его прототипы, могут не разделять эти предположения. Разумеется, они не должны читать ваш локальный код, чтобы определить, какие локальные переменные вы там использовали.

Этот конфликт между областью видимости переменных и пространством имен превращает блоки `with` в весьма хрупкую структуру. Например, если объект `widget` в показанном ранее примере обзаведется свойством `info`, то функция `status` в силу своего поведения совершенно неожиданно получает не свой параметр `info`, а это свойство. Так может получиться при внесении изменений в исходный код, если, к примеру, программист решит, что у всех виджетов должно быть свойство `info`.

Хуже того, свойство `info` в силу тех или иных обстоятельств может быть назначено во время выполнения программы объекту-прототипу `Widget`, и работа функции `status` станет нарушаться в непредсказуемых местах:

```
status("connecting"); // Status: connecting
Widget.prototype.info = "[[widget info]]";
status("connected"); // Status: [[widget info]]
```

Точно так же может быть нарушена работа и показанной ранее функции `f`, если кто-нибудь добавит к объекту `Math` свойство `x` или свойство `y`:

```
Math.x = 0;
Math.y = 0;
f(2, 9); // 0
```

Вряд ли, наверное, кто-нибудь станет специально добавлять к объекту `Math` свойства `x` и `y`, но не всегда также легко можно будет предположить, будет или не будет изменен конкретный объект или появится ли у него неизвестные вам свойства. И получается, что функциональная возмож-

ность, не предусмотренная людьми, может оказаться столь же нежданной и для оптимизирующих компиляторов. Обычно области видимости в JavaScript могут быть представлены с помощью рациональных внутренних структур данных, и поиск переменных может выполняться довольно быстро. Но поскольку блок `with` требует проводить поиск в цепочке прототипов объекта *всех* переменных, находящихся в его теле, он выполняется, как правило, намного медленнее, чем обычный блок.

В JavaScript нет какой-либо одной наиболее подходящей замены инструкции `with`. В некоторых случаях лучшей альтернативой может стать простое связывание объекта с коротким именем переменной:

```
function status(info) {  
    var w = new Widget();  
    w.setBackground("blue");  
    w.setForeground("white");  
    w.addText("Status: " + info);  
    w.show();  
}
```

Поведение этой версии гораздо более предсказуемо. Ни одна из ссылок на переменные нечувствительна к контенту объекта `w`. Поэтому даже если какой-нибудь код внесет изменения в прототип `Widget`, функция `status` все равно будет работать в соответствии со своим предназначением:

```
status("connecting"); // Status: connecting  
Widget.prototype.info = "[[widget info]]";  
status("connected"); // Status: connected
```

В других случаях лучше всего будет связать локальные переменные с соответствующими свойствами явным образом:

```
function f(x, y) {  
    var min = Math.min, round = Math.round,  
        sqrt = Math.sqrt;  
    return min(round(x), sqrt(y));  
}
```

Здесь также, поскольку мы избавились от инструкции `with`, поведение функции становится предсказуемым:

```
Math.x = 0;  
Math.y = 0;  
f(2, 9); // 2
```

УЗЕЛКИ НА ПАМЯТЬ

- ◆ Не пользуйтесь инструкцией `with`.
- ◆ Для повторяющегося доступа к объекту используйте короткие имена переменных.
- ◆ Вместо неявного связывания локальных переменных с помощью инструкции `with` связывайте их с объектом явным образом.

11

ОСВОЙТЕ МЕХАНИЗМ ЗАМЫКАНИЙ

Замыкания могут быть незнакомы программистам, раньше программирующих на языках, которые не поддерживают замыканий. И хотя поначалу они могут вызвать настороженность, можете быть уверены, что усилия, затраченные на изучение замыканий, воздадутся сторицей.

К счастью, вам абсолютно нечего бояться. Чтобы понять суть замыканий, от вас требуется знать три основных факта. Первый заключается в том, что JavaScript позволяет ссылаться на переменные, определенные за пределами текущей функции:

```
function makeSandwich() {  
    var magicIngredient = "peanut butter";  
    function make(filling) {  
        return magicIngredient + " and " + filling;  
    }  
    return make("jelly");  
}  
makeSandwich(); // "peanut butter and jelly"
```

Обратите внимание на то, как внутренняя функция `make` ссылается на переменную `magicIngredient`, определенную во внешней функции `makeSandwich`.

Второй факт заключается в том, что функции могут ссылаться на переменные, определенные во внешних функциях, даже *после* выхода из этих внешних функций! Если это кажется чем-то невероятным, вспомните, что функции в JavaScript являются объектами первого класса (см. тему 19). Это означает, что вы можете возвращать внутреннюю функцию для ее последующего вызова:

```
function sandwichMaker() {  
    var magicIngredient = "peanut butter";  
    function make(filling) {  
        return magicIngredient + " and " + filling;  
    }  
    return make;  
}  
  
var f = sandwichMaker();  
f("jelly");           // "peanut butter and jelly"  
f("bananas");        // "peanut butter and bananas"  
f("marshmallows");   // "peanut butter and marshmallows"
```

Это во многом похоже на первый пример за исключением того, что вместо немедленного вызова `make("jelly")` внутри внешней функции, `sandwichMaker` возвращает саму функцию `make`. То есть значением `f` является внутренняя функция `make`, и вызов `f` в сущности является вызовом `make`. Однако так или иначе, даже при том, что выход из `sandwichMaker` уже произошел, `make` запоминает значение `magicIngredient`.

Как же все это работает? Ответ в том, что в значениях JavaScript-функций при их вызове содержится информации больше, чем требуется коду для его выполнения. В них также внутренне хранятся любые переменные, на которые они могут ссылаться и которые определены в их замкнутых областях видимости. Функции, отслеживающие переменные в содержащих эти переменные областях видимости, и называются **замыканиями** (closures). Функция `make` является замыканием, код которого ссылается на две

внешние переменные: `magicIngredient` и `filling`. При каждом вызове функции `make` ее код может ссылаться на эти две переменные, поскольку они хранятся в замыкании.

Функция может ссылаться на любые переменные в своей области видимости, включая параметры и переменные внешних функций. Этим можно воспользоваться для создания более универсальной функции `sandwichMaker`:

```
function sandwichMaker(magicIngredient) {  
    function make(filling) {  
        return magicIngredient + " and " + filling;  
    }  
    return make;  
}  
  
var hamAnd = sandwichMaker("ham");  
hamAnd("cheese");           // "ham and cheese"  
hamAnd("mustard");         // "ham and mustard"  
var turkeyAnd = sandwichMaker("turkey");  
turkeyAnd("Swiss");        // "turkey and Swiss"  
turkeyAnd("Provolone");    // "turkey and Provolone"
```

В этом примере создаются две отдельные функции, `hamAnd` и `turkeyAnd`. Хотя обе они происходят из одного и того же определения функции `make`, они являются двумя отдельными объектами: первая функция в качестве значения переменной `magicIngredient` сохраняет `"ham"`, вторая — `"turkey"`.

Замыкания относятся к наиболее элегантным и впечатляющим функциональным возможностям JavaScript, они положены в основу многих полезных идиом. Для создания замыканий JavaScript предоставляет даже более удобный литеральный синтаксис — *функция-выражение*:

```
function sandwichMaker(magicIngredient) {  
    return function(filling) {  
        return magicIngredient + " and " + filling;  
    };  
}
```

Обратите внимание на то, что эта функция-выражение является анонимной: нам даже не нужно называть функцию, поскольку мы ее только вычисляем для создания нового значения функции, но не собираемся вызывать ее локально. Тем не менее функции-выражения вполне могут иметь имена (см. тему 14).

Третий и последний касающийся замыканий факт, о котором нужно знать, заключается в том, что они могут обновлять значения внешних переменных. На самом деле в замыканиях хранятся *ссылки* на их внешние переменные, а не копии этих переменных. Поэтому обновленные переменные становятся видимыми для любых замыканий, которые имеют к ним доступ. Простой идиомой, иллюстрирующей это обстоятельство, является *блок* (box) — объект, внутренние значения которого могут быть считаны и обновлены:

```
function box() {
    var val = undefined;
    return {
        set: function(newVal) { val = newVal; },
        get: function() { return val; },
        type: function() { return typeof val; }
    };
}
var b = box();
b.type(); // "undefined"
b.set(98.6);
b.get(); // 98.6
b.type(); // "number"
```

В этом примере создается объект, в котором содержатся три замыкания — это его свойства *set* (установить), *get* (получить) и *type* (определить тип). Каждое из этих замыканий имеет доступ к общей переменной *val*. Замыкание *set* обновляет значение переменной *val*, а последующие вызовы *get* и *type* позволяют увидеть результат обновления.

УЗЕЛКИ НА ПАМЯТЬ

- ❖ Функции могут ссылаться на переменные, определенные во внешней области видимости.
- ❖ Замыкания могут пережить создавшую их функцию.
- ❖ Замыкания хранят внутри себя ссылки на свои внешние переменные, они способны как читать, так и обновлять эти свои переменные.

12

РАЗБЕРИТЕСЬ С ПОДЪЕМОМ ПЕРЕМЕННЫХ

JavaScript поддерживает *лексическую область видимости* (lexical scope): за некоторыми исключениями ссылка на переменную `foo` связывается с ближайшей областью видимости, в которой `foo` была объявлена. В то же время JavaScript не поддерживает *блоковую область видимости* (block scope): объявления переменных входят не в область видимости ближайшей замыкающей инструкции или блока, а в область видимости, содержащей эти объявления функции.

Непонимание этой характерной особенности JavaScript может привести к таким неочевидным ошибкам:

```
function isWinner(player, others) {  
    var highest = 0;  
    for (var i = 0, n = others.length; i < n; i++) {  
        var player = others[i];  
        if (player.score > highest) {  
            highest = player.score;  
        }  
    }  
    return player.score > highest;  
}
```

В этой программе в теле цикла `for` появляется объявление локальной переменной `player`. Однако поскольку

в JavaScript переменные имеют область видимости в пределах функции, а не в пределах блока, внутреннее объявление переменной `player` просто заново определяет переменную, которая уже имеется в области видимости, а именно — в параметре `player`. Затем при каждом проходе цикла в нем переписывается одна и та же переменная. В результате этого инструкция `return` видит `player` в качестве последнего элемента массива `others`, а не в качестве принадлежащего функции исходного аргумента `player`.

Наилучшим способом осмыслиения поведения объявлений переменных в JavaScript является представление о них, как о состоящих из двух частей: объявления и присваивания значения. JavaScript неявно «поднимает» объявление на вершину охватывающей функции, а присваивание значения оставляет на месте. Иными словами, переменная находится в области видимости всей функции, но значение ей присваивается только там, где находится инструкция `var`. Визуальное представление подъема показано на рис. 2.2.

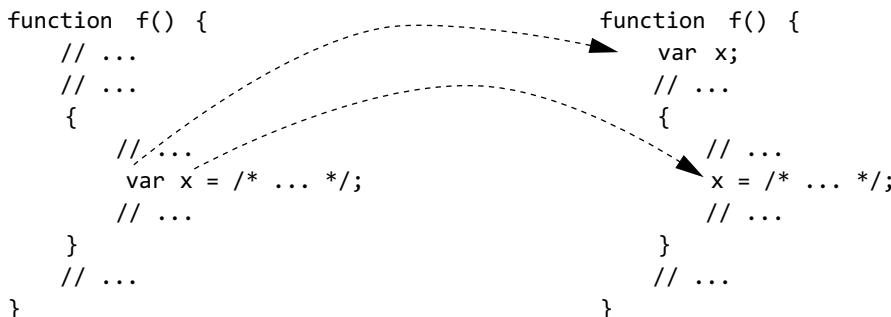


Рис. 2.2. Подъем переменной

Подъем может привести к путанице при повторном объявлении переменной. При многократном объявлении одной и той же переменной внутри одной и той же функции нет ничего противозаконного. Такое часто происходит при написании циклов:

```

function trimSections(header, body, footer) {
    for (var i = 0, n = header.length; i < n; i++) {
        header[i] = header[i].trim();
    }
}

```



```
for (var i = 0, n = body.length; i < n; i++) {  
    body[i] = body[i].trim();  
}  
for (var i = 0, n = footer.length; i < n; i++) {  
    footer[i] = footer[i].trim();  
}  
}
```

В функции `trimSections` объявляются шесть локальных переменных (три из них называются `i`, а еще три называются `n`), но в результате подъема остаются только две переменные. Иными словами, после подъема функция `trimSections` становится эквивалентом следующей своей переделанной версии:

```
function trimSections(header, body, footer) {  
    var i, n;  
    for (i = 0, n = header.length; i < n; i++) {  
        header[i] = header[i].trim();  
    }  
    for (i = 0, n = body.length; i < n; i++) {  
        body[i] = body[i].trim();  
    }  
    for (i = 0, n = footer.length; i < n; i++) {  
        footer[i] = footer[i].trim();  
    }  
}
```

Поскольку переопределения могут привести к появлению различных переменных, некоторые программисты предпочтут помещать все объявления с ключевым словом `var` на вершину своих функций, фактически самостоятельно осуществляя подъем своих переменных, чтобы избежать неточностей. Независимо от того, предпочтете вы такой стиль или нет, как для написания, так и для чтения кода важно понимать правила образования областей видимости.

Единственным исключением, касающимся отсутствия в JavaScript блоковой области видимости, являются, что вполне уместно, исключения. То есть блок `try...catch`

связывает исключение `caught` с переменной, область видимости которой ограничивается блоком `catch`:

```
function test() {  
    var x = "var", result = [];  
    result.push(x);  
    try {  
        throw "exception";  
    } catch (x) {  
        x = "catch";  
    }  
    result.push(x);  
    return result;  
}  
test(); // ["var", "var"]
```

УЗЕЛКИ НА ПАМЯТЬ

- ◆ Объявления переменных внутри блока неявно поднимаются на вершину той функции, в которую они заключены.
- ◆ Переопределенная переменная трактуется как та же самая переменная.
- ◆ Во избежание путаницы, рассмотрите возможность самостоятельного подъема определений локальных переменных.

13

ИСПОЛЬЗУЙТЕ НЕМЕДЛЕННО ВЫЗЫВАЕМЫЕ ФУНКЦИИ-ВЫРАЖЕНИЯ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ЛОКАЛЬНЫХ ОБЛАСТЕЙ ВИДИМОСТИ

Что вычисляет следующая (неправильная!) программа:

```
function wrapElements(a) {  
    var result = [], i, n;  
    for (i = 0, n = a.length; i < n; i++) {
```



```
        result[i] = function() { return a[i]; };
    }
    return result;
}
var wrapped = wrapElements([10, 20, 30, 40, 50]);
var f = wrapped[0];
f(); // ?
```

Возможно, программист собирался с ее помощью получить результат 10, но она выдает неопределенное значение `undefined`.

Ключом к разгадке этого примера является понимание разницы между связыванием и присваиванием. Когда при выполнении программы вводится область видимости, для каждой переменной в этой области выделяется «слот» памяти. Функция `wrapElements` связывает три локальные переменные: `result`, `i` и `n`. Поэтому при вызове `wrapElements` распределяются слоты для этих трех переменных. При каждом проходе цикла тело цикла выделяет замыкание для вложенной функции. Ошибка программы заключается в том, что программист, видимо, ожидал от функции, что она сохранит значение переменной `i` к моменту создания вложенной функции. Но на самом деле там содержится ссылка на переменную `i`. Поскольку значение `i` изменяется после каждого создания функции, внутренние функции в конечном итоге видят завершающее значение `i`. Это основная особенность замыканий.

Замыкания хранят свои внешние переменные в виде ссылок, а не в виде значений.

Следовательно, все замыкания, созданные с помощью `wrapElements`, ссылаются на единственный общий слот для `i`, который был создан до запуска цикла. Поскольку при каждом проходе цикла значение `i` увеличивается, пока оно не выйдет за пределы количества элементов массива, к тому моменту, когда происходит вызов одного

13. Используйте немедленно вызываемые функции-выражения

из замыканий, оно ищет элемент массива с индексом 5 и возвращает `undefined`.

Обратите внимание, что `wrapElements` будет вести себя точно так же, даже если мы поместим объявление `var` в заголовок цикла `for`:

```
function wrapElements(a) {  
    var result = [];  
    for (var i = 0, n = a.length; i < n; i++) {  
        result[i] = function() { return a[i]; };  
    }  
    return result;  
}  
  
var wrapped = wrapElements([10, 20, 30, 40, 50]);  
var f = wrapped[0];  
f(); // undefined
```

Эта версия выглядит даже немного более обманчиво, поскольку объявление `var` находится внутри цикла. Но как всегда, объявления переменных неявно поднимаются на вершину функции. Следовательно, опять для переменной `i` выделяется всего один слот.

Решение заключается в принудительном создании локальной области видимости путем создания вложенной функции и ее немедленном вызове:

```
function wrapElements(a) {  
    var result = [];  
    for (var i = 0, n = a.length; i < n; i++) {  
        (function() {  
            var j = i;  
            result[i] = function() { return a[j]; };  
        })();  
    }  
    return result;  
}
```

Этот прием, известный как *немедленный вызов функции-выражения* (Immediately Invoked Function Expression, IIFE), является важным способом обхода ограничения,

связанного с отсутствием в JavaScript блоковой области видимости. Альтернативный вариант заключается в связывании локальной переменной в качестве параметра *функции-выражения* и передаче ее значения в качестве аргумента:

```
function wrapElements(a) {  
    var result = [];  
    for (var i = 0, n = a.length; i < n; i++) {  
        (function(j) {  
            result[i] = function() { return a[j]; };  
        })(i);  
    }  
    return result;  
}
```

Однако при использовании IIFE для создания локальной области видимости нужно проявлять осмотрительность, поскольку заключение блока в функцию потребует внесения в блок некоторых особых изменений. Во-первых, блок не может содержать инструкций *break* или *continue*, передающих управление за пределы блока, поскольку прерывание или продолжение выполнения программы за пределами функции недопустимо. Во-вторых, если блок ссылается на *this* или на специальную переменную *arguments*, IIFE изменяет их смысл. Методика работы с ключевыми словами *this* и *arguments* рассматривается в главе 3.

УЗЕЛКИ НА ПАМЯТЬ

- ◆ Нужно понимать разницу между связыванием и присваиванием значений.
- ◆ Замыкания захватывают свои внешние переменные по ссылке, а не по значению.
- ◆ Для создания локальных областей видимости нужно использовать немедленно вызываемые функции-выражения (IIFE).
- ◆ Остерегайтесь тех случаев, когда включение блока в IIFE может изменить поведение функции.

14

ОСТЕРЕГАЙТЕСЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕПЕРЕНОСИМЫХ ОБЛАСТЕЙ ВИДИМОСТИ, ВОЗНИКАЮЩИХ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ИМЕНОВАННЫХ ФУНКЦИЙ-ВЫРАЖЕНИЙ

Хотя JavaScript-функции могут выглядеть одинаково, их значение меняется в зависимости от контекста. Рассмотрим следующий фрагмент кода:

```
function double(x) { return x * 2; }
```

В зависимости от места его появления это может быть либо *объявлением функции*, либо *именованной функцией-выражением*. Объявление нам знакомо: в нем объявляется функция и связывается с переменной в текущей области видимости. Например, будучи расположенным в верхней части программы это объявление приведет к созданию глобальной функции по имени `double`. Однако тот же код может использоваться и как функция-выражение, и тогда он будет иметь совершенно иной смысл. Например:

```
var f = function double(x) { return x * 2; };
```

Согласно спецификации ECMAScript, этот код связывает функцию с переменной `f`, а не с `double`. Разумеется, мы не обязаны давать имя функции-выражению, а можем воспользоваться безымянной функцией-выражением:

```
var f = function(x) { return x * 2; };
```

Формальная разница между безымянной и именованной функцией-выражением состоит в том, что последняя связывает свое имя с локальной переменной внутри функции. Это обстоятельство может быть использовано для написания рекурсивных функций-выражений:

```
var f = function find(tree, key) {
  if (!tree) {
    return null;
  }
}
```



```
if (tree.key === key) {  
    return tree.value;  
}  
return find(tree.left, key) ||  
    find(tree.right, key);  
};
```

Обратите внимание на то, что `find` находится только в области видимости внутри самой функции. В отличие от объявления функции, на именованную функцию-выражение нельзя ссылаться извне по ее внутреннему имени:

```
find(myTree, "foo"); // ошибка: функция find  
                      // не определена
```

Использование именованных функций-выражений для рекурсии может показаться не особенно полезным, поскольку можно было вполне обойтись именем функции из внешней области видимости:

```
var f = function(tree, key) {  
    if (!tree) {  
        return null;  
    }  
    if (tree.key === key) {  
        return tree.value;  
    }  
    return f(tree.left, key) ||  
        f(tree.right, key);  
};
```

Или можно было просто воспользоваться объявлением:

```
function find(tree, key) {  
    if (!tree) {  
        return null;  
    }  
    if (tree.key === key) {  
        return tree.value;  
    }  
    return find(tree.left, key) ||
```

```
    find(tree.right, key);  
}  
var f = find;
```

Тем не менее реальная польза от именованных функций-выражений проявляется при отладке. Большинство современных JavaScript-сред создают трассы стека для объектов `Error`, и имя функции-выражения обычно используется для ее записи при трассировке стека. Отладчики с возможностями трассировки стека обычно используют именованные функции-выражения для аналогичных целей.

К сожалению, именованные функции-выражения из-за сочетания досадных исторических ошибок в спецификации ECMAScript и просчетов популярных JavaScript-движков стали пресловутым источником проблем с областями видимости и совместимости. Ошибка в спецификации, которая была допущена в ES3, заключалась в том, что JavaScript-движки должны были представлять область видимости именованной функции-выражения в виде объекта, что было очень похоже на проблемы, связанные с конструкцией `with`. Наряду с тем, что у этого объекта область видимости содержала только одно свойство, связывающее имя функции с функцией, он также наследовал свойства из `Object.prototype`. Это означало, что назначение имени функции-выражению приводило также к появлению в области видимости всех свойств `Object.prototype`.

Результат мог быть весьма неожиданным:

```
var constructor = function() { return null; };  
var f = function f() {  
    return constructor();  
};  
f(); // {} (в средах ES3)
```

Похоже, что эта программа должна выдавать `null`, но на самом деле она выдает новый объект, потому что именованная функция-выражение наследует в свою область видимости `Object.prototype.constructor` (то есть функцию-конструктор `Object`). И так же, как и в случае с `with`, на область видимости оказывают влияние динамические

изменения в `Object.prototype`. Одна часть программы может добавлять свойства к `Object.prototype` или удалять их оттуда, при этом переменные внутри именованной функции-выражения будут обязательно затронуты этим процессом.

К счастью, в ES5 эта ошибка устранена. Тем не менее некоторые JavaScript-среды продолжают использовать устаревшую область видимости объектов. Хуже того, некоторые среды еще меньше следуют стандарту и используют объекты в качестве областей видимости и для безымянных функций-выражений! В этом случае даже удаление имени из функции-выражения в предыдущем примере приводит к созданию объекта вместо ожидаемого возвращения значения `null`:

```
var constructor = function() { return null; };
var f = function() {
    return constructor();
};
f(); // {} (в средах, не отвечающих спецификации)
```

Лучшим способом обхода подобных проблем в тех системах, которые засоряют области видимости своих функций-выражений объектами, является полный отказ от добавления новых свойств к `Object.prototype` и от использования любых имен, совпадающих со стандартными свойствами `Object.prototype`.

Другой ошибкой, встречающейся в популярных JavaScript-движках, является подъем именованных функций-выражений до уровня объявлений. Например:

```
var f = function g() { return 17; };
g(); // 17 (в средах, не отвечающих спецификации)
```

Естественно, это нельзя назвать поведением, отвечающим стандарту. Хуже того, некоторые JavaScript-среды даже рассматривают две функции `f` и `g` как разные объекты, что ведет к ненужному выделению лишней памяти! Разумным обходом такого поведения может стать создание локальной

переменной с таким же именем, как у функции-выражения, и присваивание этой переменной значения `null`:

```
var f = function g() { return 17; };
var g = null;
```

Переопределение переменной с помощью инструкции `var` гарантирует связывание `g` даже в средах, которые не выполняют ошибочный подъем функции-выражения, а присваивание этой переменной значения `null` гарантирует, что дубликат функции будет удален сборщиком мусора.

Конечно, вполне логично было бы сделать вывод, что именованные функции-выражения не стоит использовать из-за множества порождаемых ими проблем. Менее жестким ответом было бы использование именованных функций-выражений с целью отладки с последующим пропуском кода через препроцессор, чтобы перед поставкой готового продукта убрать имена у всех именованных функций-выражений. Но одно можно сказать наверняка: нужно всегда точно знать, на какие платформы будет поставляться ваш продукт (см. тему 1). Худшее, что можно сделать, это захламить свой код разными «заплатками», совершенно излишними на поддерживаемых платформах.

УЗЕЛКИ НА ПАМЯТЬ

- ◆ Используйте именованные функции-выражения для лучшей трассировки стека в объектах `Error` и в отладчиках.
- ◆ Остерегайтесь «засорения» области видимости функции-выражения свойствами `Object.prototype` в ES3 и несовершенных JavaScript-сред.
- ◆ Остерегайтесь подъема и дублирования при выделении памяти для именованных функций-выражений в несовершенных JavaScript-средах.
- ◆ Страйтесь избегать именованных функций-выражений или удаляйте их перед поставкой готового продукта.
- ◆ Если поставки осуществляются для развертывания в средах, реализованных строго по спецификации ES5, то опасаться абсолютно нечего.

15

ОСТЕРЕГАЙТЕСЬ НЕПЕРЕНОСИМЫХ ОБЛАСТЕЙ ВИДИМОСТИ, ВОЗНИКАЮЩИХ ИЗ-ЗА ОБЪЯВЛЕНИЯ ФУНКЦИЙ ВНУТРИ ЛОКАЛЬНЫХ БЛОКОВ

Сага о контекстной чувствительности продолжается и для вложенных объявлений функций. Возможно, вы удивитесь, узнав, что стандартного варианта объявления функций внутри локального блока не существует. В настоящее время совершенно допустимо и привычно вкладывать объявление функции в верхнюю часть другой функции:

```
function f() { return "global"; }
function test(x) {
    function f() { return "local"; }
    var result = [];
    if (x) {
        result.push(f());
    }
    result.push(f());
    return result;
}
test(true); // ["local", "local"]
test(false); // ["local"]
```

Однако если переместить `f` в локальный блок, ситуация будет совсем иной:

```
function f() { return "global"; }
function test(x) {
    var result = [];
    if (x) {
        function f() { return "local"; }
        // локально по отношению к блоку
        result.push(f());
    }
    result.push(f());
    return result;
}
```

```
test(true); // ?
test(false); // ?
```

Возможно, вы ожидали, что в результате первого вызова функции `test` будет создан массив `["local", "global"]`, а в результате второго вызова этой функции — массив `["global"]`, поскольку внутренняя функция `f` локальна по отношению к блоку `if`. Но вспомним, что JavaScript не обладает блоковой областью видимости, поэтому внутренняя функция `f` оказывается в области видимости всего тела функции `test`. Поэтому логичнее предположить, что результатами будут массивы `["local", "local"]` и `["local"]`. И некоторые JavaScript-среды действительно ведут себя именно таким образом. Но не все! Есть такие среды, которые осуществляют *условное связывание* внутренней функции `f` в ходе выполнения программы на основе того, выполняется или нет тот блок, в котором заключено объявление функции. (Это не только усложняет понимание кода, но и приводит к снижению производительности, как и в случае использования инструкций `with`.)

А как же такую ситуацию трактует стандарт ECMAScript? Как ни странно, практически никак. До появления ES5 стандарт даже не затрагивал вопрос существования объявлений функций внутри блоков; официально постулировалось, что объявляться функции должны только на внешнем уровне других функций или программы. ES5 даже рекомендует трактовать объявления функций в нестандартных контекстах как предупреждения или ошибки, и популярные JavaScript-реализации, работая в строгом режиме, сообщают о таких объявлениях как об ошибках — программа, работающая в строгом режиме, при наличии объявления функции в локальном блоке выдаст синтаксическую ошибку. Это помогает обнаружить непереносимый код и расчистить путь будущим версиям стандарта для описания более практической и переносимой семантики объявлений, локальных по отношению к блоку.

А пока лучшим способом написания переносимых функций является полный отказ от помещения объявлений функций в локальные блоки или в подчиненные инструк-

ции. Если нужно написать вложенное объявление функции, поместите его на внешний уровень ее родительской функции, как показано в исходной версии кода. Если же вам нужно сделать условный выбор между функциями, то лучше всего использовать объявления `var` и функции-выражения:

```
function f() { return "global"; }
function test(x) {
    var g = f, result = [];
    if (x) {
        g = function() { return "local"; }
        result.push(g());
    }
    result.push(g());
    return result;
}
```

Это отчасти развеет таинственность области видимости внутренней переменной (переименованной здесь в `g`): она безусловно связывается как локальная переменная, и условным становится только присваивание ей значения. Получается однозначный и вполне переносимый результат.

УЗЕЛКИ НА ПАМЯТЬ

- ◆ Чтобы избежать такого поведения, которое мешает переносимости программы, объявления функций нужно всегда помещать на внешний уровень программы или функции-контейнера.
- ◆ Вместо условных объявлений функций используйте объявления с ключевым словом `var` и условным присваиванием значений.

16

ИЗБЕГАЙТЕ СОЗДАНИЯ ЛОКАЛЬНЫХ ПЕРЕМЕННЫХ С ПОМОЩЬЮ ФУНКЦИИ EVAL

Имеющаяся в JavaScript функция `eval` является невероятно эффективным и гибким инструментом. Однако мощными инструментами легко распорядиться неправильно, поэтому в их работе нужно разобраться. Проще всего что-нибудь испортить с помощью `eval` — дать этой функции влиять на область видимости переменных.

При вызове `eval` интерпретирует свои аргументы как JavaScript-программа, но эта программа выполняется в локальной области видимости вызывающей программы. Глобальные переменные встроенной программы создаются как локальные по отношению к вызывающей программе:

```
function test(x) {  
    eval("var y = x;"); // динамическое связывание  
    return y;  
}  
test("hello");           // "hello"
```

Вроде бы в этом примере все понятно, но он работает немного по-другому, чем работало бы объявление с ключевым словом `var`, если бы оно было непосредственно включено в тело функции `test`. Объявление `var` выполняется только при вызове функции `eval`. Помещение функции `eval` в условный контекст включает ее переменные в область видимости только при выполнении условия:

```
var y = "global";  
function test(x) {  
    if (x) {  
        eval("var y = 'local';"); // динамическое  
                               // связывание  
    }  
    return y;  
}  
test(true); // "local"  
test(false); // "global"
```

Основывать решения, связанные с областью видимости, на динамическом поведении программы практически всегда плохо. В результате ее реализации, даже чтобы просто понять, на какую связь ссылается переменная, нужно подробно проследить ход выполнения программы. Это становится особенно трудной задачей, когда исходный код, передаваемый функции `eval`, даже не определен локально:

```
var y = "global";
function test(src) {
    eval(src); // может быть динамическое связывание
    return y;
}
test("var y = 'local';"); // "local"
test("var z = 'local';"); // "global"
```

Этот код непереносим и небезопасен: он дает внешним вызывающим программам возможность изменить внутреннюю область видимости функции `test`. Расчет на то, что функция `eval` изменит ту область видимости, в которой она содержится, столь же сомнителен из-за совместимости со строгим режимом ES5, в котором `eval` запускается во вложенной области видимости, чтобы предотвратить засорение памяти в результате ее работы. Не допустить влияния функции `eval` на внешнюю область видимости довольно просто — достаточно запустить эту функцию в явно вложенной области видимости:

```
var y = "global";
function test(src) {
    (function() { eval(src); })();
    return y;
}
test("var y = 'local';"); // "global"
test("var z = 'local';"); // "global"
```

УЗЕЛКИ НА ПАМЯТЬ

- ◆ Избегайте создания переменных с помощью функции eval, поскольку они засоряют область видимости вызывающей программы.
- ◆ Если код, выполняемый функцией eval, может создать глобальные переменные, заключите вызов во вложенную функцию для предотвращения засорения области видимости.

17

ИСПОЛЬЗУЙТЕ НЕПРЯМОЙ ВЫЗОВ ФУНКЦИИ EVAL ВМЕСТО ПРЯМОГО

У функции eval есть секретное оружие — это больше чем простая функция. Большинство функций имеет доступ к той области видимости, в которой они определены, и ни к чему другому. В то же время функция eval имеет доступ ко всей области видимости *в той точке, в которой она была вызвана*. Это весьма серьезные возможности, и в своей первой попытке оптимизации создатели компилятора обнаружили, что функция eval затрудняет эффективный вызов любой функции, поскольку каждый вызов функции требовал обеспечить доступность своей области видимости во время выполнения программы на тот случай, если окажется, что доступ требует функция eval.

В качестве компромисса стандарт языка стал развиваться по пути разделения на два варианта вызова функции eval. Вызов функции с идентификатором eval рассматривается как «прямой» вызов eval:

```
var x = "global";
function test() {
    var x = "local";
    return eval("x"); // прямой вызов eval
}
test(); // "local"
```

В этом случае от компиляторов требуется обеспечить выполняемой программе полный доступ к локальной области видимости из того места, из которого была вызвана функция. Другой тип вызова функции считается «непрямым», при нем аргументы функции вычисляются в глобальной области видимости. Например, связывание функции `eval` с другим именем переменной и вызов ее с помощью альтернативного имени приводит к тому, что код теряет доступ к любой локальной области видимости:

```
var x = "global";
function test() {
    var x = "local";
    var f = eval;
    return f("x"); // непрямой вызов eval
}
test(); // "global"
```

Точное определение прямого вызова `eval` зависит от весьма своеобразного языка, предлагаемого стандартом ECMAScript. Фактически, единственным синтаксисом, позволяющим осуществить прямой вызов `eval`, является переменная по имени `eval`, возможно, заключенная в круглые скобки (в любое их количество). Краткий способ записи непрямого вызова `eval` заключается в использовании оператора последовательного выполнения выражений `(,)` с очевидно ничего не значащим числовым литералом:

```
(0,eval)(src);
```

Как же работает этот весьма странный на вид вызов функции? Числовой литерал `0` вычисляется, но его значение игнорируется, и следующее выражение вызывает функцию `eval`. Следовательно, код `(0,eval)` ведет себя почти так же, как обычный идентификатор `eval`, но с одним важным отличием: все выражение вызова рассматривается как непрямой вызов `eval`.

Возможности прямого вызова `eval` легко могут быть использованы с целью нанесения какого-нибудь вреда.

Например, вычисление исходной строки кода, пришедшей по сети, может открыть доступ злоумышленнику к внутренним механизмам системы. В теме 16 говорилось о тех опасностях, которые кроются в динамическом создании локальных переменных с помощью функции eval, так вот, эти опасности возникают только при прямом вызове. Кроме того, прямой вызов eval довольно дорого обходится с точки зрения производительности. В общем, вы должны брать в расчет, что прямой вызов eval существенно замедляет работу функций, задействованных в вызове, *а также всех задействованных функций вплоть до внешнего уровня программы.*

Поводы для прямого вызова функции eval иногда все же возникают. Тем не менее, пока не возникнет острая необходимость в особых возможностях проверки локальной области видимости, нужно использовать менее уязвимый и затратный непрямой вызов eval.

УЗЕЛКИ НА ПАМЯТЬ

- ◆ Чтобы принудительно выполнить непрямой вызов eval, включите eval в последовательность вместе с ничего не значащим литералом.
- ◆ При малейшей возможности отдавайте предпочтение непрямому вызову eval, избегая прямого вызова этой функции.

ГЛАВА 3.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

ФУНКЦИЙ

Функции — это рабочие лошадки JavaScript, являющиеся одновременно и основным доступным программисту средством абстракции, и механизмом реализации. Функции сами по себе играют те роли, которые в других языках исполняются самыми разными средствами: процедурами, методами, конструкторами и даже классами и модулями. После освоения всех тонкостей использования функций вы овладеете существенной частью JavaScript. Обратной стороной медали можно считать то, что на изучение всех тонкостей эффективного использования функций в различных обстоятельствах нужно много времени.

18

РАЗБЕРИТЕСЬ В РАЗЛИЧИЯХ
МЕЖДУ ВЫЗОВАМИ ФУНКЦИЙ,
МЕТОДОВ И КОНСТРУКТОРОВ

Если вы знакомы с объектно-ориентированным программированием, то, наверное, привыкли думать о функциях, методах и конструкторах классов как о трех разных вещах. В JavaScript это лишь три модели одной и той же конструкции — функции.

Простейшей моделью является вызов функции:

```
function hello(username) {  
    return "hello, " + username;  
}  
hello("Keyser Söze"); // "hello, Keyser Söze"
```

Этот код выполняет именно то, что в нем показано: вызывает функцию `hello` и связывает параметр `username` с переданным этому вызову аргументом.

Методы в JavaScript являются нечем иным, как свойствами объекта, которым повезло стать функциями:

```
var obj = {  
    hello: function() {  
        return "hello, " + this.username;  
    },  
    username: "Hans Gruber"  
};  
obj.hello(); // "hello, Hans Gruber"
```

Обратите внимание на то, как `hello` для обращения к свойствам `obj` ссылается на `this`. Вы могли бы предположить, что `this` связывается с `obj`, поскольку метод `hello` был определен для `obj`. Но мы можем скопировать ссылку на ту же самую функцию в другом объекте и получить другой ответ:

```
var obj2 = {  
    hello: obj.hello,  
    username: "Boo Radley"  
};  
obj2.hello(); // "hello, Boo Radley"
```

На самом деле в вызове метода вариант связывания `this`, также известный, как *получатель* вызова, определяет само выражение вызова. Выражение `obj.hello()` ищет свойство `hello` объекта `obj` и вызывает его с получателем `obj`. Выражение `obj2.hello()` ищет свойство `hello` объекта `obj2` (которое оказывается той же функцией, что и в вызове `obj.hello`), но вызывает его с получателем `obj2`.

В общем, вызов метода в отношении объекта приводит к поиску метода, а затем к использованию объекта в качестве получателя метода.

Поскольку методы являются не чем иным, как функциями, вызванными для конкретного объекта, ничто не мешает ссылаться на `this` и обычной функции:

```
function hello() {  
    return "hello, " + this.username;  
}
```

Это может пригодиться для предопределения функции для ее совместного использования несколькими объектами:

```
var obj1 = {  
    hello: hello,  
    username: "Gordon Gekko"  
};  
obj1.hello(); // "hello, Gordon Gekko"  
var obj2 = {  
    hello: hello,  
    username: "Biff Tannen"  
};  
obj2.hello(); // "hello, Biff Tannen"
```

Однако функции, использующие `this`, в качестве функций практически бесполезны (в отличие от применения в качестве методов):

```
hello(); // "hello, undefined"
```

Вызов функции, не оформленный как вызов метода, предоставляет в качестве получателя глобальный объект, который в данном случае не имеет свойства по имени `username` и поэтому выдает значение `undefined`. Вызов метода в качестве функции редко делает что-либо полезное, если метод зависит от `this`, поскольку нет никаких причин надеяться, что глобальный объект будет соответствовать тем ожиданиям, которые метод выстраивал в отношении вызываемого объекта. Фактически, предлагаемое по умол-

чанию связывание с глобальным объектом довольно проблематично, поскольку строгий режим ES5 по умолчанию связывает `this` с `undefined`:

```
function hello() {  
    "use strict";  
    return "hello, " + this.username;  
}  
hello(); // ошибка: невозможно прочитать свойство  
        // "username",  
        // относящееся к неопределенному (undefined)  
        // объекту
```

Это помогает выявлять ситуации ошибочного использования методов в качестве простых функций за счет того, что они приводят к сбою намного быстрее: при попытке обратиться к свойствам объекта `undefined` тут же выдается сообщение об ошибке.

Третьей разновидностью функций являются конструкторы. Точно так же, как методы и простые функции, конструкторы определяются с помощью ключевого слова `function`:

```
function User(name, passwordHash) {  
    this.name = name;  
    this.passwordHash = passwordHash;  
}
```

Вызов `User` с помощью оператора `new` позволяет считать эту функцию конструктором:

```
var u = new User("sfalken",  
"0ef33ae791068ec64b502d6cb0191387");  
u.name; // "sfalken"
```

В отличие от вызовов функций и методов, вызов конструктора передает в качестве значения `this` совершенно новый объект и неявно возвращает в качестве результата новый объект. Основная роль функции-конструктора заключается в инициализации объекта.

УЗЕЛКИ НА ПАМЯТЬ

- ❖ Вызовы методов предоставляют в качестве получателя объект, в котором ведется поиск свойства метода.
- ❖ Вызовы функций предоставляют в качестве своих получателей глобальный объект (или `undefined` для функций, выполняемых в строгом режиме). Вызов методов с использованием синтаксиса вызова функции вряд ли может принести какую-либо пользу.
- ❖ Конструкторы вызываются с помощью оператора `new` и получают в качестве своих получателей совершенно новый объект.

19

НАУЧИТЕСЬ ПОЛЬЗОВАТЬСЯ ФУНКЦИЯМИ ВЫСШЕГО ПОРЯДКА

Понятие *функций высшего порядка* раньше часто использовалось приверженцами функционального программирования; это был термин для посвященных, то, что представлялось как передовая методика программирования. На самом деле ничего подобного. Элегантная лаконичность функций зачастую позволяет получить более простой и компактный код. С годами языки создания сценариев переняли эту методику, сняв покровы таинственности с некоторых идиом функционального программирования.

Функции высшего порядка — это не что иное, как функции, получающие в качестве аргументов другие функции или возвращающие функции в качестве своих результатов. Получение функции в качестве аргумента (которая часто называется *функцией обратного вызова*, поскольку она «ответно вызывается» функцией высшего порядка) является довольно эффективной и выразительной идиомой, которая интенсивно используется в программах, написанных на JavaScript.

Рассмотрим стандартный метод `sort` для работы с массивами. Чтобы работать со всевозможными массивами,

метод `sort` с помощью вызывающего кода определяет, как сравнивать два элемента массива:

```
function compareNumbers(x, y) {  
    if (x < y) {  
        return -1;  
    }  
    if (x > y) {  
        return 1;  
    }  
    return 0;  
}  
[3, 1, 4, 1, 5, 9].sort(compareNumbers); // [1, 1, 3,  
                                            // 4, 5, 9]
```

Для передачи вызывающему коду объекта с методом сравнения может понадобиться стандартная библиотека, но поскольку требуется только один метод, проще и компактнее воспользоваться функцией непосредственным образом. В сущности, если взять безымянную функцию, показанный пример можно упростить еще больше:

```
[3, 1, 4, 1, 5, 9].sort(function(x, y) {  
    if (x < y) {  
        return -1;  
    }  
    if (x > y) {  
        return 1;  
    }  
    return 0;  
}); // [1, 1, 3, 4, 5, 9]
```

Приобретение навыков использования функций высшего порядка зачастую может помочь упростить ваш код и избавиться от неприятных стереотипов в программировании. Многие широко распространенные операции с массивами имеют довольно привлекательные абстракции высшего порядка, с которыми стоит ознакомиться. Рассмотрим простое преобразование строкового массива. Используя цикл, можно было бы написать:

```
var names = ["Fred", "Wilma", "Pebbles"];
var upper = [];
for (var i = 0, n = names.length; i < n; i++) {
    upper[i] = names[i].toUpperCase();
}
upper; // ["FRED", "WILMA", "PEBBLES"]
```

Однако существует весьма удобный метод `map`, ориентированный на работу с массивами (и появившийся в ES5). Он позволяет полностью исключить элементы цикла, реализовав поэлементное преобразование с помощью локальной функции:

```
var names = ["Fred", "Wilma", "Pebbles"];
var upper = names.map(function(name) {
    return name.toUpperCase();
});
upper; // ["FRED", "WILMA", "PEBBLES"]
```

Как только вы научитесь пользоваться функциями высшего порядка, можно будет приступать к написанию собственных. Верным признаком такой возможности является наличие дублированного или похожего кода. Представим, к примеру, что одна из частей программы создает строку из букв алфавита:

```
var aIndex = "a".charCodeAt(0); // 97
var alphabet = "";
for (var i = 0; i < 26; i++) {
    alphabet += String.fromCharCode(aIndex + i);
}
alphabet; // "abcdefghijklmnopqrstuvwxyz"
```

А другая часть программы создает строку, содержащую цифры:

```
var digits = "";
for (var i = 0; i < 10; i++) {
    digits += i;
}
digits; // "0123456789"
```

И еще в какой-то части программы создается строка произвольных символов:

```
var random = "";
for (var i = 0; i < 8; i++) {
    random += String.fromCharCode(Math.floor(Math.random() * 26)
        + aIndex);
}
random; // "bdwvftrtp" (каждый раз будет другой
// результат)
```

В каждом примере создается строка, не похожая на другие, но во всех примерах используется общая логика. В каждом цикле строка генерируется путем объединения результатов некоторого вычисления для создания каждого отдельного сегмента. Мы можем выделить общие части и переместить их в одну вспомогательную функцию:

```
function buildString(n, callback) {
    var result = "";
    for (var i = 0; i < n; i++) {
        result += callback(i);
    }
    return result;
}
```

Обратите внимание на то, что в реализации `buildString` содержатся все общие части каждого цикла, а на изменяющим месте этих частей используется параметр: количество проходов цикла становится переменной `n`, а конструирование каждого строкового сегмента обеспечивает вызов функции обратного вызова. Теперь с помощью `buildString` можно упростить все три примера:

```
var alphabet = buildString(26, function(i) {
    return String.fromCharCode(aIndex + i);
});
alphabet; // "abcdefghijklmnopqrstuvwxyz"
var digits = buildString(10, function(i) { return i; });
digits; // "0123456789"
```



```
var random = buildString(8, function() {
    return
        String.fromCharCode(Math.floor(Math.random() * 26)
            + aIndex);
});
random; // "ltvisfjr" (каждый раз будет другой
        // результат)
```

От создания абстракций высшего порядка можно добиться многих преимуществ. Если есть сложные части реализации, например, получение правильных условий границ цикла, они локализируются в реализацию, представляющую собой функцию высшего порядка. Это позволяет исправлять любые ошибки в логике только один раз, а не «охотиться» на них в каждом экземпляре шаблонного кода, разбросанного по всей программе. Если потребуется оптимизировать производительность операции, у вас опять же будет только одно место, где потребуется что-то изменить. И наконец, если дать абстракции простое и понятное имя, например `buildString`, то тем, кто будет читать ваш код, проще будет разобраться с тем, что он делает, не разбираясь с деталями реализации.

Привычка применять функции высшего порядка, когда обнаруживается повторение одного и того же шаблонного кода, приводит к созданию более компактного кода, обладающего более высокой производительностью и удобством чтения. Умение выявлять общие шаблонные фрагменты кода и перемещать их во вспомогательные функции высшего порядка является для разработчика весьма важным навыком.

УЗЕЛКИ НА ПАМЯТЬ

- ❖ Функции высшего порядка — это функции, которые получают другие функции в качестве аргументов или возвращают функции в качестве результата.
- ❖ Изучите функции высшего порядка из существующих библиотек.
- ❖ Научитесь находить общие шаблонные фрагменты кода, которые можно переместить в функции высшего порядка.

20

ИСПОЛЬЗУЙТЕ МЕТОД CALL ДЛЯ ВЫЗОВА МЕТОДОВ С ПРОИЗВОЛЬНЫМ ПОЛУЧАТЕЛЕМ

Обычно получатель функции или метода (то есть значение, связанное со специальным ключевым словом `this`) определяется синтаксисом вызывающего кода. В частности, синтаксис вызова метода связывает с `this` объект с исковым методом. Но иногда необходимо вызвать функцию с произвольным получателем, кроме того, функция может не быть свойством желаемого объекта-получателя. Разумеется, можно добавить метод к объекту в качестве нового свойства:

```
obj.temporary = f;      // а что если obj.temporary
                        // уже существует?
var result = obj.temporary(arg1, arg2, arg3);
delete obj.temporary; // а что если obj.temporary
                        // уже существует?
```

Однако такой подход непривлекателен и даже опасен. Зачастую нежелательно и даже иногда невозможно модифицировать объект `obj`. В частности, какое бы ни было избрано имя для свойства `temporary`, всегда есть риск возникновения конфликта с уже существующим свойством объекта `obj`. Кроме того, некоторые объекты могут быть заморожены или изолированы, что не позволяет добавлять к ним какие-либо новые свойства. В целом, искать обходные пути за счет произвольного добавления свойств к объектам — далеко не лучший выход, особенно это касается тех объектов, которые не вы создавали (см. тему 42).

К счастью, для предоставления заданного получателя в функциях есть встроенный метод `call`. Вызов функции через ее метод `call`:

```
f.call(obj, arg1, arg2, arg3);
```

Этот вызов ведет себя так же, как и непосредственный вызов функции:

```
f(arg1, arg2, arg3);
```

Разница в том, что при использовании метода `call` в качестве первого аргумента явным образом указывается объект-получатель.

Метод `call` полезен для вызова методов, которые могли быть удалены, изменены или заменены. В теме 45 описывается полезный пример, где метод `hasOwnProperty` может быть вызван в отношении произвольного объекта, даже если этот объект является словарем. В объекте-словаре поиск `hasOwnProperty` приводит к выдаче записи из словаря, а не унаследованного метода:

```
dict.hasOwnProperty = 1;  
dict.hasOwnProperty("foo"); // ошибка: 1 не является  
                           // функцией
```

Использованием метода `call` в отношении метода `hasOwnProperty` дает возможность вызвать метод для словаря, даже если этот метод не хранится где-то в объекте:

```
var hasOwnProperty = {}.hasOwnProperty;  
dict.foo = 1;  
delete dict.hasOwnProperty;  
hasOwnProperty.call(dict, "foo");           // true  
hasOwnProperty.call(dict, "hasOwnProperty"); // false
```

Метод `call` может пригодиться и при определении функций высшего порядка. Общей идиомой для функций высшего порядка является введение дополнительного необязательного аргумента с целью обеспечить получателя для вызова функции. Так, объект, представляющий собой таблицу связей ключ-значение, может предоставлять метод `forEach`:

```
var table = {  
    entries: [],  
    addEntry: function(key, value) {  
        this.entries.push({ key: key, value: value });  
    },  
    forEach: function(f, thisArg) {  
        var entries = this.entries;  
        for (var i = 0, n = entries.length; i < n;  
             i++) {
```

21. Используйте метод apply для вызова функций с разным количеством аргументов

```
var entry = entries[i];
f.call(thisArg, entry.key,
       entry.value, i);
}
};

};
```

Это позволяет пользователям объекта задействовать метод как функцию обратного вызова `f` для `table.forEach` и дать методу удобного получателя. Так, можно будет без особого труда скопировать содержимое одной таблицы в другую:

```
table1.forEach(table2.addEntry, table2);
```

Этот код извлекает метод `addEntry` из `table2` (он может даже извлечь метод из `Table.prototype` или `table1`), и метод `forEach` многократно вызывает `addEntry` для объекта `table2`, используемого в качестве получателя. Даже при том, что метод `addEntry` ожидает лишь два аргумента, `forEach` вызывает его с тремя: с ключом, значением и индексом. Дополнительный аргумент (индекс) совершенно безопасен, так как `addEntry` его просто игнорирует.

УЗЕЛКИ НА ПАМЯТЬ

- ◆ Для вызова функции с произвольным получателем пользуйтесь методом `call`.
- ◆ Пользуйтесь методом `call` для вызова методов, которых в данном объекте может и не быть.
- ◆ Пользуйтесь методом `call` для определения функций высшего порядка, позволяющих клиентам предоставлять получателя для функций обратного вызова.

21

ИСПЛЬЗУЙТЕ МЕТОД APPLY ДЛЯ ВЫЗОВА ФУНКЦИЙ С РАЗНЫМ КОЛИЧЕСТВОМ АРГУМЕНТОВ

Допустим, кто-то предоставил нам функцию, вычисляющую среднее арифметическое любого количества значений:

```
average(1, 2, 3);           // 2
average(1);                 // 1
average(3, 1, 4, 1, 5, 9, 2, 6, 5); // 4
average(2, 7, 1, 8, 2, 8, 1, 8);   // 4.625
```

Функция `average` является примером так называемой *вариативной* функции, или функции *переменной арности* (здесь *арностью* функции называется количество ожидаемых ею аргументов): она может получать любое количество аргументов. Для сравнения, версия функции `average` фиксированной арности получит, наверное, один аргумент, содержащий массив значений:

```
averageOfArray([1, 2, 3]);           // 2
averageOfArray([1]);                 // 1
averageOfArray([3, 1, 4, 1, 5, 9, 2, 6, 5]); // 4
averageOfArray([2, 7, 1, 8, 2, 8, 1, 8]);   // 4.625
```

Вариативная версия короче и, возможно, элегантнее. У вариативных функций удобный синтаксис, по крайней мере, если вызывающему коду, как в показанном выше примере, заранее точно известно, сколько аргументов предоставлять. Но представим, что у нас есть массив значений:

```
var scores = getAllScores();
```

Как же использовать функцию `average` для вычисления его среднего значения?

```
average(/* ? */);
```

К счастью, функции поставляются со встроенным методом `apply`, который похож на метод `call`, но рассчитан именно на решение данной задачи. Метод `apply` получает массив аргументов и вызывает функцию, как будто каждый элемент массива является отдельным аргументом вызова функции.

Кроме массива аргументов, метод `apply` получает первый аргумент, указывающий на вариант связывания `this` для вызываемой функции. Поскольку функция `average` не ссылается на `this`, мы можем передать ей просто `null`:

21. Используйте метод `apply` для вызова функций с разным количеством аргументов

```
var scores = getAllScores();
average.apply(null, scores);
```

Если в массиве `scores` окажется, скажем, три элемента, это будет равносильно следующему:

```
average(scores[0], scores[1], scores[2]);
```

Метод `apply` может использоваться также и для вариативных методов. Например, объект `buffer` может содержать вариативный метод `append`, предназначенный для добавления записей к своему внутреннему состоянию (чтобы разобраться с реализацией `append`, следует изучить тему 22):

```
var buffer = {
  state: [],
  append: function() {
    for (var i = 0, n = arguments.length;
         i < n; i++) {
      this.state.push(arguments[i]);
    }
  }
};
```

Метод может быть вызван с любым количеством аргументов:

```
buffer.append("Hello, ");
buffer.append(firstName, " ", lastName, "!");
buffer.append(newline);
```

Передавая методу `apply` аргумент `this`, мы можем также вызвать `append` с вычисляемым массивом:

```
buffer.append.apply(buffer, getInputStrings());
```

Обратите внимание на важность аргумента `buffer`: если будет передан другой объект, метод `append` попытается изменить свойство `state` не того объекта.

УЗЕЛКИ НА ПАМЯТЬ

- ❖ Для вызова вариативных функций с вычисляемым массивом аргументов используйте метод `apply`.
- ❖ Для предоставления получателя вариативных методов используйте первый аргумент метода `apply`.

22

ИСПОЛЬЗУЙТЕ ОБЪЕКТ ARGUMENTS ДЛЯ СОЗДАНИЯ ВАРИАТИВНЫХ ФУНКЦИЙ

В теме 21 рассматривалась вариативная функция `average`, которая могла обрабатывать произвольное количество аргументов и получать их среднеарифметическое значение. А как реализовать собственную вариативную функцию? Версию `averageOfArray` фиксированной арности реализовать довольно просто:

```
function averageOfArray(a) {  
    for (var i = 0, sum = 0, n = a.length; i < n; i++) {  
        sum += a[i];  
    }  
    return sum / n;  
}  
averageOfArray([2, 7, 1, 8, 2, 8, 1, 8]); // 4.625
```

В определении `averageOfArray` задается единственный *формальный параметр* — в списке параметров присутствует переменная `a`. Когда пользователи вызывают `averageOfArray`, они предоставляют единственный аргумент (иногда называемый *фактическим параметром*, чтобы отличить его от формального параметра) — массив значений.

Вариативная версия почти идентична этой, но в ней нет какого-либо явного определения формальных параметров.

Вместо этого в ней учитывается тот факт, что JavaScript предоставляет все функции с неявной локальной переменной по имени `arguments`. Объект `arguments` предоставляет для фактических аргументов интерфейс, похожий на тот, что используется с массивами: этот объект содержит индексированные свойства для каждого фактического аргумента, а свойство `length` показывает количество предоставленных аргументов. Это придает функции `average` переменной арности выразительность, так как происходит циклический перебор каждого элемента объекта `arguments`:

```
function average() {  
    for (var i = 0, sum = 0, n = arguments.length;  
        i < n;  
        i++) {  
        sum += arguments[i];  
    }  
    return sum / n;  
}
```

Вариативные функции способствуют созданию гибких интерфейсов, различные клиенты могут вызывать их с разным количеством аргументов. Но сами по себе они становятся менее удобными: если пользователи собираются вызвать их с вычисляемым массивом аргументов, им придется обращаться к методу `apply` (см. тему 21). Лучше всего взять за правило при предоставлении функции переменной арности предоставлять также версию с фиксированной арностью, принимающую явно предоставленный массив. Это обычно нетрудно сделать, поскольку вариативную функцию обычно можно реализовать в виде небольшой оболочки, передаваемой в версию с фиксированной арностью:

```
function average() {  
    return averageOfArray(arguments);  
}
```

Тогда пользователям ваших функций не придется прибегать к методу `apply`, который может сделать ваш код менее понятным и часто приводит к снижению производительности.

УЗЕЛКИ НА ПАМЯТЬ

- ❖ Для реализации функций переменной арности используйте объект `arguments`.
- ❖ Чтобы вашим пользователям не приходилось прибегать к методу `apply`, продумайте возможность предоставления дополнительных версий вариативных функций с фиксированной арностью.

23

НИКОГДА НЕ ВНОСИТЕ ИЗМЕНЕНИЙ В ОБЪЕКТ ARGUMENTS

Объект `arguments` может выглядеть как массив, но, к сожалению, он не всегда ведет себя так же, как массив. Программистов, знакомых с написанием командных оболочек для Perl и UNIX, не удивит прием «сдвига» элементов с начала массива аргументов. В JavaScript-массивах также, фактически, выполняется метод `shift`, который удаляет первый элемент массива и сдвигает один за другим все последующие элементы. Однако сам объект `arguments` не является экземпляром стандартного типа `Array`, поэтому вызвать напрямую метод `arguments.shift()` не получится.

Благодаря существованию метода `call` вы можете расчитывать на возможность извлечения метода `shift` из массива и вызова его с объектом `arguments`. Это может показаться вполне рациональным способом реализации такой функции, как `callMethod`, которая получает объект и имя метода и пытается вызвать метод объекта для всех оставшихся аргументов:

```
function callMethod(obj, method) {  
    var shift = [].shift;  
    shift.call(arguments);  
    shift.call(arguments);  
    return obj[method].apply(obj, arguments);  
}
```

Но эта функция даже отдаленно не оправдывает возлагаемые на нее надежды:

```
var obj = {  
    add: function(x, y) { return x + y; }  
};  
callMethod(obj, "add", 17, 25);  
// ошибка: невозможно прочитать свойство "apply",  
// принадлежащее неопределенному (undefined) объекту
```

Причина проблемы в том, что объект `arguments` не является копией аргументов функции. В частности, все именованные аргументы являются *псевдонимами* по отношению к соответствующим им индексам в объекте `arguments`. Поэтому `obj` продолжит быть псевдонимом для `arguments[0]`, а `method` — для `arguments[1]` даже после того, как мы удалим элементы из объекта `arguments` с помощью метода `shift`. Это означает, что когда мы полагаем, что извлекаем `obj["add"]`, на самом деле извлекается `17[25]`! В этом месте все начинает идти неправильно: благодаря автоматическим правилам приведения типов данных, `17` превращается в объект `Number`, из которого извлекается свойство `"25"` (которого не существует), что приводит к неопределенноти (`undefined`), после чего предпринимаются безуспешные попытки извлечения «связанного» с `undefined` свойства для вызова его в качестве метода.

Из этого можно сделать вывод о том, что взаимоотношения между объектом `arguments` и именованными параметрами функции чрезвычайно непрочные. Изменения, вносимые в `arguments`, создают риск превращения именованных параметров функции в тарабарщину. Ситуация еще больше усложняется строгим режимом ES5. Параметры функции в строгом режиме не играют роль псевдонимов для ее объекта `arguments`. Эту разницу можно продемонстрировать, написав функцию, которая изменяет элемент, принадлежащий `arguments`:

```
function strict(x) {  
    "use strict";  
    arguments[0] = "modified";
```



```
        return x === arguments[0];
    }
    function nonstrict(x) {
        arguments[0] = "modified";
        return x === arguments[0];
    }
    strict("unmodified"); // false
nonstrict("unmodified"); // true
```

Следовательно, безопаснее всего вообще никогда не вносить изменения в объект `arguments`. Проще всего избежать возможных проблем, скопировав для начала элементы этого объекта в настоящий массив. Простая идиома реализации копирования выглядит следующим образом:

```
var args = [].slice.call(arguments);
```

Принадлежащий массивам метод `slice` при его вызове без дополнительных аргументов создает копию массива, в результате чего получается настоящий экземпляр стандартного типа `Array`. Результат гарантирует отсутствие псевдонимов каких-либо элементов и содержит все обычные методы `Array`, доступные ему непосредственным образом.

Мы можем исправить реализацию метода `callMethod`, скопировав аргументы, а поскольку нам нужны только элементы после `obj` и `method`, мы можем передать `slice` начальный индекс, равный 2:

```
function callMethod(obj, method) {
    var args = [].slice.call(arguments, 2);
    return obj[method].apply(obj, args);
}
```

Теперь метод `callMethod` работает так, как от него ожидалось:

```
var obj = {
    add: function(x, y) { return x + y; }
};
callMethod(obj, "add", 17, 25); // 42
```

УЗЕЛКИ НА ПАМЯТЬ

- ❖ Никогда не вносите изменения в объект arguments.
- ❖ Перед внесением изменений копируйте объект arguments в настоящий массив, используя вызов [].slice.call(arguments).

24

ИСПОЛЬЗУЙТЕ ПЕРЕМЕННУЮ ДЛЯ СОХРАНЕНИЯ ССЫЛКИ НА ОБЪЕКТ ARGUMENTS

Итератором называется объект, предоставляющий последовательный доступ к коллекции данных. Обычный API-интерфейс предоставляет метод `next`, который возвращает следующее значение в последовательности. Представим, что нам нужно написать удобную функцию, принимающую произвольное количество аргументов, и создать итератор для этих значений:

```
var it = values(1, 4, 1, 4, 2, 1, 3, 5, 6);
it.next(); // 1
it.next(); // 4
it.next(); // 1
```

Функция `values` может принимать любое количество аргументом, следовательно, мы создаем собственный объект-итератор для перебора всех элементов объекта `arguments`:

```
function values() {
  var i = 0, n = arguments.length;
  return {
    hasNext: function() {
      return i < n;
    },
    next: function() {
```



```

        if (i >= n) {
            throw new Error("Окончание итерации");
        }
        return arguments[i++]; // неправильные
                               // аргументы
    }
};

}

}

```

Но этот код неработоспособен, что становится понятно при первой же попытке воспользоваться объектом-итератором:

```

var it = values(1, 4, 1, 4, 2, 1, 3, 5, 6);
it.next(); // не определено (undefined)
it.next(); // не определено (undefined)
it.next(); // не определено (undefined)

```

Проблема обусловлена тем, что новая переменная `arguments` неявным образом связана с телом каждой функции. Интересующий нас объект `arguments` связан с функцией `values`, но метод итератора `next` содержит собственную переменную `arguments`. Поэтому когда мы возвращаем `arguments[i++]`, мы получаем доступ к аргументу `it.next`, а не к одному из значений `arguments`, как задумывалось.

Решение тут довольно простое: нужно просто связать новую локальную переменную с областью видимости интересующего нас объекта `arguments` и гарантировать тем самым, что вложенные функции будут ссылаться только на эту явным образом названную переменную:

```

function values() {
    var i = 0, n = arguments.length, a = arguments;
    return {
        hasNext: function() {
            return i < n;
        },
        next: function() {
            if (i >= n) {
                throw new Error("Окончание итерации");
            }
        }
    }
}

```

```
        return a[i++];  
    }  
};  
}  
var it = values(1, 4, 1, 4, 2, 1, 3, 5, 6);  
it.next(); // 1  
it.next(); // 4  
it.next(); // 1
```

УЗЕЛКИ НА ПАМЯТЬ

- ❖ При ссылке на объект `arguments` обращайте внимание на уровень вложенности функции.
- ❖ Чтобы сослаться на объект `arguments` из вложенных функций, создайте ссылку на объект `arguments`, явным образом связанную с нужной областью видимости.

25

ИСПОЛЬЗУЙТЕ МЕТОД BIND ДЛЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ МЕТОДОВ С ФИКСИРОВАННЫМ ПОЛУЧАТЕЛЕМ

Когда нет разницы между методом и свойством, чьим значением является функция, очень просто извлечь метод объекта и передать извлеченную функцию непосредственно функции высшего порядка в качестве функции обратного вызова. Но при этом также нетрудно забыть, что получатель извлеченной функции не связан с объектом, из которого она была взята. Представим себе небольшой объект строкового буфера, хранящий строки в массиве, элементы которого позже могут быть объединены:

```
var buffer = {  
  entries: [],
```



```
add: function(s) {
  this.entries.push(s);
},
concat: function() {
  return this.entries.join("");
}
};
```

Можно скопировать массив строк в буфер путем извлечения его метода `add` и его многократного вызова для каждого элемента исходного массива посредством ES5-метода `forEach`:

```
var source = ["867", "-", "5309"];
source.forEach(buffer.add); // ошибка: элементы не
                           // определены (undefined)
```

Но получатель функции `buffer.add` не является буфером. Получатель функции определяется тем, как она вызвана, а здесь мы ее не вызываем. Вместо этого мы передаем ее методу `forEach`, чья реализация вызывает ее где-то в невидимом для нас месте. Получается, что реализация `forEach` использует в качестве получателя глобальный объект. Поскольку у глобального объекта нет свойства `entries`, попытка выполнения кода приводит к ошибке. К счастью, функция `forEach` позволяет вызывающему коду предоставить дополнительный аргумент в качестве получателя ее обратного вызова, следовательно, этот пример можно довольно легко исправить:

```
var source = ["867", "-", "5309"];
source.forEach(buffer.add, buffer);
buffer.join(); // "867-5309"
```

Не все функции высшего порядка оказывают своим клиентам такую услугу, предоставляя получателя для своих обратных вызовов. А что если функция `forEach` не принимала бы дополнительного аргумента, указывающего на получателя? Удачным решением было бы создание локальной функции, гарантирующей соответствующий синтаксис вызова метода `buffer.add`:

25. Используйте метод bind для извлечения методов с фиксированным получателем

```
var source = ["867", "-", "5309"];
source.forEach(function(s) {
    buffer.add(s);
});
buffer.join() // "867-5309"
```

В этой версии создается функция-оболочка, которая явным образом вызывает `add` как метод буфера. Обратите внимание на то, что сама функция-оболочка вообще не ссылается на `this`. Неважно как вызывается функция-оболочка — как функция, как метод какого-нибудь другого объекта или через `call`, — она всегда обеспечивает помещение своих аргументов в целевой массив.

Создание версии функции, которая связывает своего получателя с конкретным объектом, встречается настолько часто, что для поддержки этой модели в ES5 была добавлена библиотека. Объекты функций поставляются с методом `bind`, который принимает объект-получатель и создает функцию-оболочку, вызывающую исходную функцию в качестве метода получателя. Используя метод `bind`, мы можем упростить наш пример:

```
var source = ["867", "-", "5309"];
source.forEach(buffer.add.bind(buffer));
buffer.join() // "867-5309"
```

Следует иметь в виду, что `buffer.add.bind(buffer)` не модифицирует функцию `buffer.add`, а создает новую функцию. Новая функция ведет себя так же, как и старая, но ее получатель связан с буфером, в то время как у старой он остается неопределенным. Иными словами, можно записать:

```
buffer.add === buffer.add.bind(buffer); // false
```

Это довольно тонкое, но очень важное обстоятельство, означающее, что `bind` можно безопасно вызвать даже для функции, предназначеннной для совместного использования другими частями программы. Это особенно полезно для методов, совместно используемых в объектах-про-

тотипах: метод по-прежнему будет работать правильно при вызове для любого из потомков этого прототипа. (Дополнительные сведения об объектах и прототипах можно найти в главе 4.)

УЗЕЛКИ НА ПАМЯТЬ

- ❖ Помните, что извлечение метода не связывает получателя метода с его объектом.
- ❖ При передаче принадлежащего объекту метода функции высшего порядка используйте безымянную функцию для вызова метода с соответствующим получателем.
- ❖ Чтобы сократить запись при создании функции, связанной с соответствующим получателем, пользуйтесь методом `bind`.

26

ИСПОЛЬЗУЙТЕ МЕТОД BIND ДЛЯ КАРРИРОВАНИЯ ФУНКЦИЙ

Присущий функциям метод `bind` полезен не только для связывания методов с получателями. Представим себе простую функцию для составления строк URL-адресов из компонентов:

```
function simpleURL(protocol, domain, path) {  
    return protocol + "://" + domain + "/" + path;  
}
```

Довольно часто программе нужно составлять абсолютные URL-адреса из определенных для сайтов строк путей. Вполне естественным способом решения этой задачи является использование ES5-метода `map` для массивов:

```
var urls = paths.map(function(path) {  
    return simpleURL("http", siteDomain, path);  
});
```

Обратите внимание на то, как безымянная функция использует одну и ту же строку протокола и один и тот же домен сайта для каждой итерации `map`; первые два аргумента `simpleURL` постоянные для каждой итерации, нужен только третий аргумент. Чтобы создать эту функцию автоматически для `simpleURL` можно применить метод `bind`:

```
var urls = paths.map(simpleURL.bind(null, "http",
                                    siteDomain));
```

Вызов `simpleURL.bind` приводит к созданию новой функции, которая передает управление `simpleURL`. Как всегда, первый аргумент для `bind` предоставляет значение получателя. (Поскольку в `simpleURL` нет ссылки на `this`, можно использовать любое значение, обычно применяют `null` и `undefined`.) Аргументы, передаваемые `simpleURL`, составляются путем объединения остальных аргументов `simpleURL.bind` с любыми аргументами, предоставленными новой функции. Иными словами, когда результат `simpleURL.bind` вызывается с одним аргументом `path`, функция передает управление `simpleURL("http", siteDomain, path)`.

Методика связывания функции с подмножеством ее аргументов известна как *каррирование* (currying) и названа так в честь специалиста по логике Хаскеля Карри (Haskell Curry), популяризировавшего эту методику в математике. Каррирование может быть лаконичным способом передачи управления по сравнению с явным использованием функций-оболочек.

УЗЕЛКИ НА ПАМЯТЬ

- ◆ Для каррирования функции, то есть для создания функции, передающей управление с фиксированным поднабором требуемых аргументов, нужно использовать метод `bind`.
- ◆ Для каррирования функции, игнорирующей своего получателя, передавайте в качестве аргумента получателя `null` или `undefined`.

27

ПРИ ИНКАПСУЛЯЦИИ КОДА ОТДАВАЙТЕ ПРЕДПОЧТЕНИЕ ЗАМЫКАНИЯМ, А НЕ СТРОКАМ

Функции являются удобным средством хранения кода в качестве структуры данных, которая может потребоваться позже. Они позволяют создавать четко выраженные абстракции высшего порядка, такие как `map` и `forEach`, которые лежат в основе используемого в JavaScript асинхронного подхода к вводу-выводу данных (см. главу 7). В то же время код можно также представить в виде строк, предназначенных для передачи функции `eval`. Программистам приходится решать, как лучше представить код, в виде функции или в виде строки?

Если есть сомнения, используйте функцию. Строки являются менее гибким вариантом представления кода по одной очень существенной причине: они не являются замыканиями.

Рассмотрим простую функцию для представленного пользователем многократно повторяющегося действия:

```
function repeat(n, action) {  
    for (var i = 0; i < n; i++) {  
        eval(action);  
    }  
}
```

При использовании этой функции в глобальной области видимости она будет работать довольно хорошо, поскольку любые ссылки на переменные, встречаемые в строке, будут интерпретироваться функцией `eval` как глобальные переменные. Например, сценарий, измеряющий скорость работы функции, может для хранения показателей времени задействовать глобальные переменные `start` и `end`:

```
var start = [], end = [], timings = [];  
repeat(1000,  
    "start.push(Date.now()); f();  
    end.push(Date.now())");
```

```
for (var i = 0, n = start.length; i < n; i++) {  
    timings[i] = end[i] - start[i];  
}
```

Однако этот сценарий является непереносимым. Если просто переместить код в функцию, то `start` и `end` перестанут быть глобальными переменными:

```
function benchmark() {  
    var start = [], end = [], timings = [];  
    repeat(1000,  
        "start.push(Date.now()); f();  
        end.push(Date.now())");  
    for (var i = 0, n = start.length; i < n; i++) {  
        timings[i] = end[i] - start[i];  
    }  
    return timings;  
}
```

Эта функция заставляет `repeat` вычислять ссылки на глобальные переменные `start` и `end`. В лучшем случае одна из глобальных переменных не будет найдена, и вызов `benchmark` завершится ошибкой `ReferenceError`. Ну, а если совсем не повезет, код фактически вызовет `push` в отношении каких-то глобальных объектов, которые окажутся связанными с переменными `start` и `end`, и программа поведет себя непредсказуемо.

В более надежном API-интерфейса вместо строки лучше применить функцию:

```
function repeat(n, action) {  
    for (var i = 0; i < n; i++) {  
        action();  
    }  
}
```

Таким образом, сценарий `benchmark` может безопасно ссылаться на локальные переменные внутри замыкания, которые он будет передавать в качестве повторяющегося обратного вызова:

```
function benchmark() {  
    var start = [], end = [], timings = [];  
    repeat(1000, function() {  
        start.push(Date.now());  
        f();  
        end.push(Date.now());  
    });  
    for (var i = 0, n = start.length; i < n; i++) {  
        timings[i] = end[i] - start[i];  
    }  
    return timings;  
}
```

Еще одной проблемой, связанной с функцией `eval`, является то, что высокопроизводительные движки, как правило, с трудом оптимизируют код внутри строк, поскольку исходный код может быть недоступен компилятору на ранней стадии, чтобы он мог быть оптимизирован по времени. В противоположность этому, выражение для функции может компилироваться одновременно с кодом, внутри которого оно находится, что намного больше подходит для стандартной компиляции.

УЗЕЛКИ НА ПАМЯТЬ

- ❖ Никогда не включайте локальные ссылки в строки, отправляя их API-интерфейсам, которые выполняют содержащийся в строках код с помощью функции `eval`.
- ❖ Отдавайте предпочтение таким API-интерфейсам, которые принимают для вызова функции, нежели строки, обрабатываемые с помощью функции `eval`.

28

ИЗБЕГАЙТЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТОДА `TOSTRING` ФУНКЦИЙ

Функции в JavaScript имеют одну довольно примечательную функциональную возможность — они способны воспроизвести свой исходный код в виде строки:

```
(function(x) {  
    return x + 1;  
}).toString(); // "function (x)  
// {\n    return x + 1;\n}"
```

Размышляя над исходным кодом какой-нибудь эффектной функции, высококлассный программист иногда способен найти весьма изобретательный вариант его применения. Однако у метода `toString` функций имеются весьма серьезные ограничения.

Прежде всего, стандарт ECMAScript не выдвигает никаких требований к строке, генерируемой методом `toString`. Это означает, что различные JavaScript-движки будут генерировать разные строки, включая строки, не имеющие ничего общего с кодом своей функции.

Фактически, JavaScript-движки пытаются генерировать точное представление исходного кода функции, если функция реализована на «чистом» языке JavaScript. Но если источником функций являются встроенные библиотеки исходной среды, то эти попытки могут быть неудачными:

```
(function(x) {  
    return x + 1;  
}).bind(16).toString(); // "function (x)  
// {\n    [native code]\n}"
```

Поскольку во многих исходных средах функция `bind` реализована на другом языке программирования (обычно на C++), выдается скомпилированная функция, не имеющая исходного кода на JavaScript, который могла бы показать среда.

Так как движкам браузеров стандарт не запрещает варьировать вывод реализованного в них метода `toString`, довольно просто написать программу, которая будет правильно работать на одной JavaScript-системе, но окажется неработоспособной на другой. Даже небольшие изменения в реализациях JavaScript (например, форматирование пробельных символов) могут нарушить работу программы, слишком чувствительной к конкретным деталям строк исходного кода функций.

И наконец, исходный код, производимый методом `toString`, не воспроизводит замыкания, защищающие значения, связанные с их внутренними ссылками на переменные. Например:

```
(function(x) {  
    return function(y) {  
        return x + y;  
    }  
})(42).toString(); // "function (y)  
// {\n    return x + y;\n}"
```

Обратите внимание, что полученная в результате выполнения метода строка по-прежнему содержит ссылку на переменную `x`, хотя функция фактически является замыканием, связывающим `x` со значением 42.

Эти ограничения мешают создать надежный и полезный механизм получения исходного кода функции, поэтому от него лучше вообще отказаться. Для него необходимы тщательно разработанные JavaScript-анализаторы и обрабатывающие библиотеки. А когда результат вызывает сомнения, безопаснее всего относиться к JavaScript-функциям как к неким абстракциями, не подлежащим аналитическому разбору.

УЗЕЛКИ НА ПАМЯТЬ

- ◆ При использовании метода `toString` JavaScript-движки не обязательно генерируют точное представление исходного кода функции.
- ◆ Никогда не полагайтесь на какие-то конкретные детали исходного кода функции, поскольку при использовании метода `toString` различные движки могут выдавать различные результаты.
- ◆ В результатах выполнения метода `toString` не выдаются значения локальных переменных, хранящихся в замыкании.
- ◆ В общем, метод `toString` для функций лучше вообще не вызывать.

29

ИЗБЕГАЙТЕ НЕСТАНДАРТНЫХ СВОЙСТВ ИНСПЕКТИРОВАНИЯ СТЕКА

Многие JavaScript-среды исторически поддерживают ряд средств инспектирования *стека вызова*: цепочек выполняемых в данный момент активных функций (дополнительные сведения о стеке вызова см. в теме 64). В некоторых самых старых исходных средах каждый объект `arguments` имеет два дополнительных свойства: свойство `argumentscallee` ссылается на функцию, вызванную с `arguments`, а свойство `argumentscaller` — на функцию, инициировавшую вызов. Первое из двух по-прежнему поддерживается во многих средах, но зачастую оказывается бесполезным, если не брать в расчет рекурсивных ссылок безымянных функций на самих себя:

```
var factorial = (function(n) {
    return (n <= 1) ? 1 : (n * argumentscallee(n - 1));
});
```

Но и от этого пользы мало, поскольку для функции проще сослаться на саму себя по имени:

```
function factorial(n) {
    return (n <= 1) ? 1 : (n * factorial(n - 1));
}
```

Свойство `argumentscaller` предоставляет больше полезных возможностей: оно ссылается на функцию, инициировавшую вызов с заданным объектом `arguments`. Но надежды на него мало, поскольку из соображений безопасности оно не поддерживается в большинстве сред. Многие JavaScript-среды предоставляют аналогичное свойство с объектами функций — нестандартное, но широко распространенное свойство `caller` ссылается на ту функцию, которая была самым последним инициатором вызова данной функции:

```
function revealCaller() {
    return revealCaller.caller;
}
```



```
function start() {
    return revealCaller();
}
start() === start; // true
```

Возникает соблазн использовать это свойство для извлечения *трассы стека* — структуры данных, представляющей собой моментальный снимок текущего состояния стека вызовов. Решение задачи по трассировке стека кажется обманчиво простым:

```
function getCallStack() {
    var stack = [];
    for (var f = getCallStack.caller; f; f = f.caller) {
        stack.push(f);
    }
    return stack;
}
```

Для простых стеков вызов `getCallStack` работает неплохо:

```
function f1() {
    return getCallStack();
}
function f2() {
    return f1();
}
var trace = f2();
trace; // [f1, f2]
```

Но нарушить работу `getCallStack` довольно просто: если функция появляется в стеке вызовов более одного раза, логика инспектирования стека застревает в цикле!

```
function f(n) {
    return n === 0 ? getCallStack() : f(n - 1);
}
var trace = f(1); // бесконечный цикл
```

Что же здесь пошло не так? Поскольку функция `f` вызывает саму себя рекурсивно, ее свойство `caller` автоматически обновляется, чтобы опять ссылаться на `f`. Поэтому цикл в `getCallStack` застревает, постоянно анализируя `f`. Даже если мы попытаемся обнаружить такие циклы, у нас не будет информации о том, какая функция вызывала `f` до того, как эта функция вызвала саму себя — информация об остальном содержимом стека вызова теряется.

Каждое из этих средств инспектирования стека является нестандартным и ограниченным в плане переносимости или в возможности применения. Более того, на все эти средства наложен явный запрет при работе в строгом режиме ES5; при попытке обращения в строгом режиме работы к свойству `caller` или `callee` функций или объектов `arguments` возникает ошибка:

```
function f() {  
    "use strict";  
    return f.caller;  
}  
f(); // ошибка: свойство caller при работе  
     // функции в строгом режиме недоступно
```

Лучше всего вообще не заниматься инспектированием стека. Если причиной инспектирования является исключительно отладка, намного надежнее прибегнуть к интерактивному режиму отладки.

УЗЕЛКИ НА ПАМЯТЬ

- ✦ Избегайте использования нестандартных свойств `arguments.caller` и `arguments.callee`, поскольку они ненадежны в случае переноса кода.
- ✦ Избегайте использования свойства `caller` функций, поскольку оно не гарантирует надежности информации о стеке.

ГЛАВА 4.

ОБЪЕКТЫ

И ПРОТОТИПЫ

В JavaScript объекты являются основной структурой данных. В интуитивном представлении объект отражает таблицу связей строк и значений. Однако если копнуть глубже, то в объектах обнаружится масса разных механизмов.

Как и многие другие объектно-ориентированные языки, JavaScript поддерживает *наследование реализации*: возможность многократного использования кода или данных посредством динамического механизма делегирования. Однако в отличие от многих обычных языков, механизм наследования в JavaScript основан на прототипах, а не на классах. Для многих программистов JavaScript может оказаться первым объектно-ориентированным языком, в котором отсутствуют классы.

В большинстве языков каждый объект является экземпляром связанного с ним класса, который предоставляет код, совместно используемый всеми его экземплярами. В отличие от этого в JavaScript нет понятия классов. Вместо этого объекты наследуются из других объектов. Каждый объект ассоциируется с каким-нибудь другим объектом, известным в качестве его *прототипа*. Работа с прототипами может отличаться от работы с классами, хотя многие понятия из традиционных объектно-ориентированных языков применимы и здесь.

30

РАЗБЕРИТЕСЬ В РАЗЛИЧИЯХ МЕЖДУ МЕХАНИЗМАМИ PROTOTYPE, GETPROTOTYPEOF И __proto__

Прототипы задействуют три разных, но в то же время связанных друг с другом механизма доступа, и названия всех трех являются вариациями слова «prototype». Это неудачное наложение вполне способно привести к путанице. Давайте перейдем к сути вопроса.

- Выражение `C.prototype` служит для создания прототипа объектов, созданных с помощью оператора `new C()`.
- Выражение `Object.getPrototypeOf(obj)` является стандартным (согласно ES5) механизмом получения прототипа объекта `obj`.
- Выражение `obj.__proto__` является нестандартным механизмом получения прототипа объекта `obj`.

Чтобы разобраться с каждым из этих механизмов, рассмотрим обычное определение типов данных в JavaScript. Конструктор `User` предполагает, что будет вызван с оператором `new` и получит имя и хэш строки пароля, а затем сохранит их в создаваемом им объекте:

```
function User(name, passwordHash) {
  this.name = name;
  this.passwordHash = passwordHash;
}

User.prototype.toString = function() {
  return "[User " + this.name + "]";
};

User.prototype.checkPassword = function(password) {
  return hash(password) === this.passwordHash;
};

var u = new User("sfalken",
  "0ef33ae791068ec64b502d6cb0191387");
```

Функция `User` поставляется с имеющимся по умолчанию свойством `prototype`, содержащим объект, который сначала оказывается более-менее пустым. В данном примере к объекту `User.prototype` мы добавляем два метода: `toString` и `checkPassword`. Затем мы создаем экземпляр объекта `User` с помощью оператора `new`, при этом получающийся в результате этого объект и получает объект, сохраненный в `User.prototype`, автоматически назначенный его объектом-прототипом. Диаграмма взаимоотношений этих объектов показана на рис. 4.1.

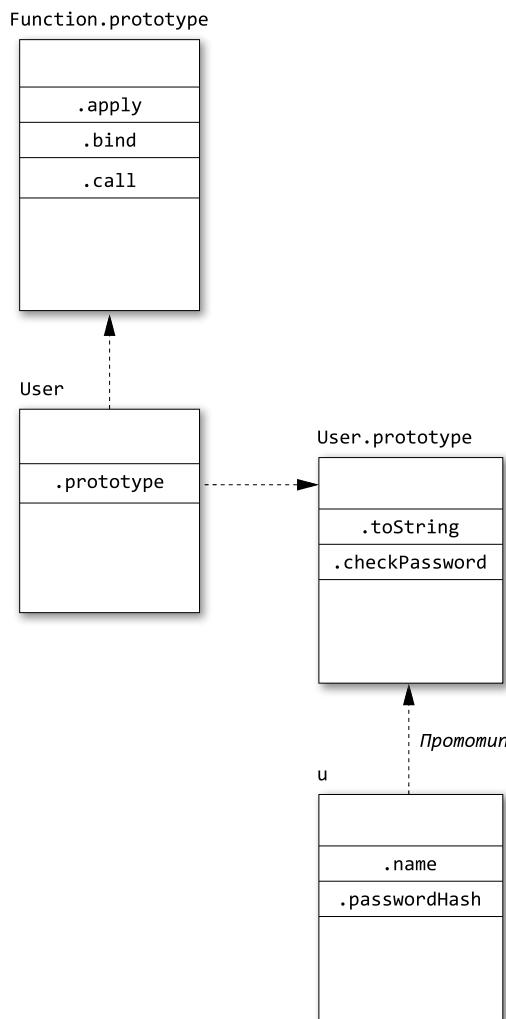


Рис. 4.1. Отношения между конструктором и экземпляром `User`

Обратите внимание на стрелку, связывающую объект-экземпляр и с объектом-прототипом `User.prototype`. Эта связь описывает отношения наследования. Поиски свойств начинаются с просмотра *собственных свойств* объекта, например `u.name` и `u.passwordHash`, и возвращает текущие значения свойств `u`. Поиск свойств, не найденных непосредственно в объекте `u`, ведется в прототипе объекта `u`. Например, обращение к `u.checkPassword` приводит к получению метода, сохраненного в `User.prototype`.

Это ведет нас к следующему элементу в нашем списке. Поскольку свойство `prototype` функции-конструктора служит для установки отношений между прототипом и новыми экземплярами, предусмотренная в стандарте ES5 функция `Object.getPrototypeOf()` может быть использована для получения прототипа существующего объекта. Следовательно, к примеру, после создания объекта `u` в приведенном примере мы можем провести следующую проверку:

```
Object.getPrototypeOf(u) === User.prototype; // true
```

Некоторые среды создают нестандартный механизм получения прототипа объекта через специальное свойство `__proto__`. Это свойство может быть полезным в качестве временной замены в тех средах, которые не поддерживают ES5-функцию `Object.getPrototypeOf`. В таких средах мы можем провести аналогичную проверку:

```
u.__proto__ === User.prototype // true
```

И последнее замечание, касающееся прототипов: JavaScript-программисты часто говорят о `User` как о *классе*, даже если это не более чем функция. Классы в JavaScript по сути представляют собой сочетание функции-конструктора (`User`) и объекта-прототипа, используемого для совместного применения методов экземплярами класса (`User.prototype`).

На рис. 4.2 показано вполне подходящее концептуальное представление класса `User`. Функция `User` предоставляет открытый конструктор для класса, а `User.prototype` является внутренней реализацией методов, совместно

используемых экземплярами класса. Обычно при применении `User` и потребности непосредственного обращения к объекту-прототипу не возникает.

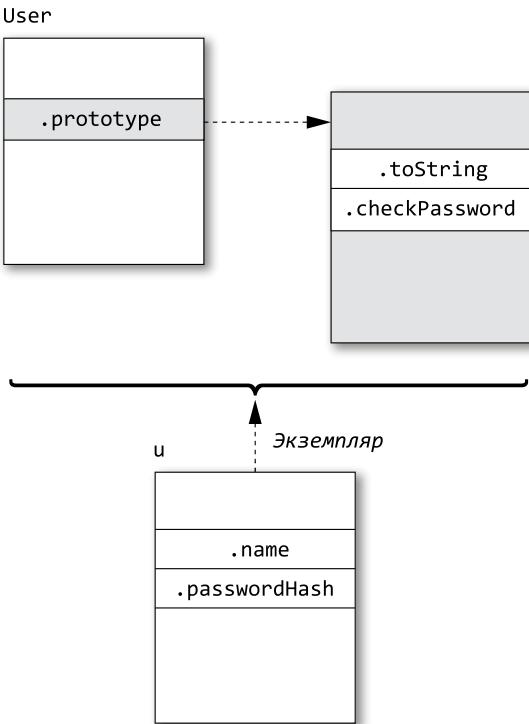


Рис. 4.2. Концептуальное представление «класса» `User`

УЗЕЛКИ НА ПАМЯТЬ

- ❖ Выражение `C.prototype` определяет прототип объектов с помощью оператора `new C()`.
- ❖ Выражение `Object.getPrototypeOf(obj)` является функцией, предусмотренной стандартом ES5 для получения прототипа объекта.
- ❖ Выражение `obj.__proto__` является нестандартным механизмом получения прототипа объекта.
- ❖ Класс является программным шаблоном, состоящим из функции-конструктора и ассоциированного с ней прототипа.

31

ОТДАВАЙТЕ ПРЕДПОЧТЕНИЕ ФУНКЦИИ ОБЪЕКТ. GETPROTOTYPEOF, А НЕ СВОЙСТВУ __PROTO__

В качестве стандартного API-интерфейса получения объекта-прототипа в ES5 была введена функция `Object.getPrototypeOf`, но это случилось только после того, как в ряде JavaScript-движков для аналогичных целей уже давно применялось специальное свойство `__proto__`. Но это расширение поддерживается не всеми JavaScript-средами, а те, в которых оно поддерживается, не обеспечивают полную совместимость. Среды различаются, к примеру, трактовкой объектов с прототипом `null`. В некоторых средах свойство `__proto__` наследуется от `Object.prototype`, следовательно, объект с прототипом `null` не имеет специального свойства `__proto__`:

```
var empty = Object.create(null); // объект, не имеющий
                                // прототипа
"__proto__" in empty;           // false (в некоторых
                                // средах)
```

В других средах свойство `__proto__` всегда обрабатывается особым образом независимо от состояния объекта:

```
var empty = Object.create(null); // объект, имеющий
                                // прототип
"__proto__" in empty;           // true (в некоторых
                                // средах)
```

Если доступна функция `Object.getPrototypeOf`, то ее применение будет означать более близкий к стандартному и более переносимый подход к получению прототипов. Кроме того, использование свойства `__proto__` приводит к ошибкам из-за того, что сказывается на всех объектах (см. тему 45). Во избежание подобных ошибок, JavaScript-движки, которые на данный момент поддерживают это расширение, в будущем могут дать программам возможность отключать свойство `__proto__`. Отдавая предпо-

чтение функции `Object.getPrototypeOf`, вы обеспечите работоспособность кода даже в том случае, если свойство `__proto__` будет отключено.

Для тех JavaScript-сред, которые не предоставляют API-интерфейс, соответствующий стандарту ES5, требуемую функцию нетрудно реализовать в терминах свойства `__proto__`:

```
if (typeof Object.getPrototypeOf === "undefined") {
  Object.getPrototypeOf = function(obj) {
    var t = typeof obj;
    if (!obj || (t !== "object" && t !== "function"))
    {
      throw new TypeError("это не объект ");
    }
    return obj.__proto__;
  };
}
```

Эту реализацию можно совершенно безопасно включать в среды, соответствующие стандарту ES5, поскольку она не дает установить функцию, если `Object.getPrototypeOf` уже существует.

УЗЕЛКИ НА ПАМЯТЬ

- ❖ Отдавайте предпочтение соответствующей стандарту функции `Object.getPrototypeOf`, а не нестандартному свойству `__proto__`.
- ❖ Предлагайте реализацию функции `Object.getPrototypeOf` для тех сред, которые поддерживают свойство `__proto__` и не отвечают стандарту ES5.

32

НИКОГДА НЕ ВНОСИТЕ ИЗМЕНЕНИЯ В СВОЙСТВО `__PROTO__`

Специальное свойство `__proto__` предоставляет дополнительную возможность, которую не может дать функция

`Object.getPrototypeOf`, — это возможность *модифицировать* ссылку на объект-прототип. Хотя такая возможность может показаться безопасной (в конечном счете, ведь это всего лишь еще одно свойство, не так ли?), на самом деле это может иметь самые серьезные последствия и от подобно модификации лучше отказаться. Наиболее очевидной причиной для этого является переносимость: поскольку возможность внесения изменений в прототип объекта поддерживается не всеми платформами, вы просто не сможете написать переносимый код, если внесете изменения в свойство `__proto__`.

Другой причиной, по которой нужно избегать изменений свойства `__proto__`, является производительность. Все современные JavaScript-движки проводят глубокую оптимизацию, касающуюся получения и задания свойств объекта и это наиболее распространенные операции, выполняемые JavaScript-программами. Такая оптимизация возможна потому, что движку известна структура объекта. Когда во внутреннюю структуру объекта вносятся изменения, скажем, добавляются или удаляются свойства объекта, или происходит изменение объекта в цепочке прототипов, некоторые из вариантов оптимизации провести не удается. Модификация `__proto__` фактически меняет саму структуру наследования, что, возможно, является наиболее вредным изменением, способным помешать выполнению многих других вариантов оптимизации, а не только оптимизации обычных свойств.

Однако наиболее веской причиной, по которой не следует модифицировать свойство `__proto__`, является невозможность обеспечить предсказуемость поведения. Цепочка прототипов объекта определяет его поведение, устанавливая его набор свойств и значения этих свойств. Изменение ссылки на прототип объекта похоже на пересадку мозга — при этом меняется вся иерархия наследования объекта. Может быть и можно представить себе какие-нибудь исключительные ситуации, при которых подобная операция может быть полезна, но если полагаться на здравый смысл, иерархия наследования должна оставаться стабильной.

Для создания новых объектов со специально указанной ссылкой на прототип можно воспользоваться предусмотренной в ES5 функцией `Object.create`. Для сред, не поддерживающих стандарт ES5, можно предложить переносимую реализацию `Object.create`, в которой не используется свойство `__proto__` (см. тему 33).

УЗЕЛКИ НА ПАМЯТЬ

- ❖ Никогда не модифицируйте свойство `__proto__` объекта.
- ❖ Для получения собственного нестандартного прототипа новых объектов используйте функцию `Object.create`.

33

СОЗДАВАЙТЕ СВОИ КОНСТРУКТОРЫ ТАК, ЧТОБЫ ИХ НЕ НУЖНО БЫЛО ВЫЗЫВАТЬ С ОПЕРАТОРОМ NEW

При создании таких конструкторов, как функция `User` (см. тему 30), вы полагаетесь на то, что пользователь этой функции не забудет вызвать ее с оператором `new`. Обратите внимание, конструкция функции предполагает, что получателем будет совершенно новый объект:

```
function User(name, passwordHash) {  
    this.name = name;  
    this.passwordHash = passwordHash;  
}
```

Если вызвавший эту функцию забудет вставить ключевое слово `new`, получателем функции окажется глобальный объект:

```
var u = User("baravelli",  
"d8b74df393528d51cd19980ae0aa028e");
```

```
u;           // undefined
this.name;    // "baravelli"
this.passwordHash; //
"d8b74df393528d51cd19980ae0aa028e"
```

В данном случае функция не только абсолютно бесполезно для нас возвращает значение `undefined`, но и весьма опасно создает (или модифицирует, если они уже существуют) глобальные переменные `name` и `passwordHash`.

Если функция `User` определена как выполняемая в строгом режиме стандарта ES5, то по умолчанию получатель становится неопределенным — `undefined`:

```
function User(name, passwordHash) {
  "use strict";
  this.name = name;
  this.passwordHash = passwordHash;
}
var u = User("baravelli",
  "d8b74df393528d51cd19980ae0aa028e");
// ошибка: это не определено
```

В таком случае неправильный вызов приводит к немедленной ошибке: в первой строке функции `User` предпринимается попытка присвоить значение свойству `this.name`, в результате которой возникает ошибка несоответствия типов — `TypeError`. То есть при использовании функции-конструктора в строгом режимезывающий, по крайней мере, может быстро обнаружить и исправить допущенную ошибку.

И все же в любом случае функция `User` остается весьма нестабильной. Когда она вызывается с оператором `new`, ее работа проходит без неожиданностей, но при вызове ее в качестве обычной функции происходит ошибка. Более надежным подходом было бы предоставление функции, работающей в качестве конструктора независимо от способа ее вызова. Проще всего реализовать этот замысел путем проверки того факта, что получателем является надлежащий экземпляр `User`:

```
function User(name, passwordHash) {
  if (!(this instanceof User)) {
```



```

        return new User(name, passwordHash);
    }
    this.name = name;
    this.passwordHash = passwordHash;
}

```

При этом результатом вызова функции `User` будет объект, наследующий свойства у `User.prototype` независимо от того, как была вызвана функция: как обычная функция или как функция-конструктор:

```

var x = User("baravelli",
  "d8b74df393528d51cd19980ae0aa028e");
var y = new User("baravelli",
  "d8b74df393528d51cd19980ae0aa028e");
x instanceof User; // true
y instanceof User; // true

```

Одним из недостатков этой схемы является необходимость дополнительного вызова функции, поэтому на ее реализацию тратится чуть больше ресурсов. Ее также трудно использовать для вариативных функций (см. темы 21 и 22) из-за отсутствия прямого аналога методу `apply`, предназначенному для вызова вариативных функций в качестве конструкторов. Несколько более экзотический подход позволяет задействовать предусмотренную в стандарте ES5 функцию `Object.create`:

```

function User(name, passwordHash) {
  var self = this instanceof User
    ? this
    : Object.create(User.prototype);
  self.name = name;
  self.passwordHash = passwordHash;
  return self;
}

```

Функция `Object.create` получает объект-прототип и возвращает новый объект, являющийся его наследником. Следовательно, когда эта версия `User` вызывается как простая функция, получается новый объект, наследующий свойства `User.prototype` с инициализированными свойствами `name` и `passwordHash`.

Поскольку функция `Object.create` доступна только в средах, поддерживающих стандарт ES5, в нестандартных средах она может имитироваться путем создания локального конструктора и получения его экземпляра с помощью оператора `new`:

```
if (typeof Object.create === "undefined") {  
    Object.create = function(prototype) {  
        function C() {}  
        C.prototype = prototype;  
        return new C();  
    };  
}
```

(Обратите внимание, здесь создается версия `Object.create`, использующая только один аргумент. Реальная версия принимает также необязательный второй аргумент, который описывает набор дескрипторов свойств для определения их в отношении нового объекта.)

Что же произойдет, если кто-нибудь вызовет эту новую версию `User` с оператором `new`? Благодаря шаблону *переопределения конструкторов* она поведет себя точно так же, как это было бы при вызове ее в качестве обычной функции. Такой порядок работы обусловливается тем, что в JavaScript результат выражения с оператором `new` заменяется значением, явно указанным функцией-конструктором в инструкции `return`. Когда `User` возвращает `self`, результатом выражения с оператором `new` становится `self`, что может быть не тем объектом, который был связан с `this`.

Вряд ли имеет смысл всегда переживать по поводу того, защищен или нет конструктор от неправильного применения, особенно если этот конструктор применяется только локально. И все же важно понимать, какие негативные последствия могут наступить в случае неправильного вызова конструктора. Как минимум, важно указать в документации о том, ожидает функция-конструктор своего вызова с оператором `new` или нет, особенно если она предназначена для совместного использования объемным программным кодом или входит в совместно используемую библиотеку.

УЗЕЛКИ НА ПАМЯТЬ

- ❖ Создавайте конструкторы, не зависящие от синтаксиса своего вызова; для этого дополнительно обеспечьте их вызов с помощью оператора new или функции `Object.create`.
- ❖ Если вызов функции ожидается с использованием оператора new, на это нужно конкретно указать в документации.

34

ХРАНИТЕ МЕТОДЫ В ПРОТОТИПАХ

Программировать на JavaScript можно и без прототипов. Класс User из темы 30 можно было бы реализовать, ничего особенного не определяя в его прототипе:

```
function User(name, passwordHash) {  
    this.name = name;  
    this.passwordHash = passwordHash;  
    this.toString = function() {  
        return "[User " + this.name + "]";  
    };  
    this.checkPassword = function(password) {  
        return hash(password) === this.passwordHash;  
    };  
}
```

Для большинства применений этот класс ведет себя практически так же, как его исходная реализация. Однако если мы создаем несколько экземпляров User, проявляется важное отличие:

```
var u1 = new User(/* ... */);  
var u2 = new User(/* ... */);  
var u3 = new User(/* ... */);
```

На рис. 4.3 показано, как выглядят эти три объекта и их объект-прототип. Вместо того чтобы совместно использо-

вать методы `toString` и `checkPassword` своего прототипа, каждый экземпляр содержит копию обоих методов, что приводит к наличию в объектах шести функций.

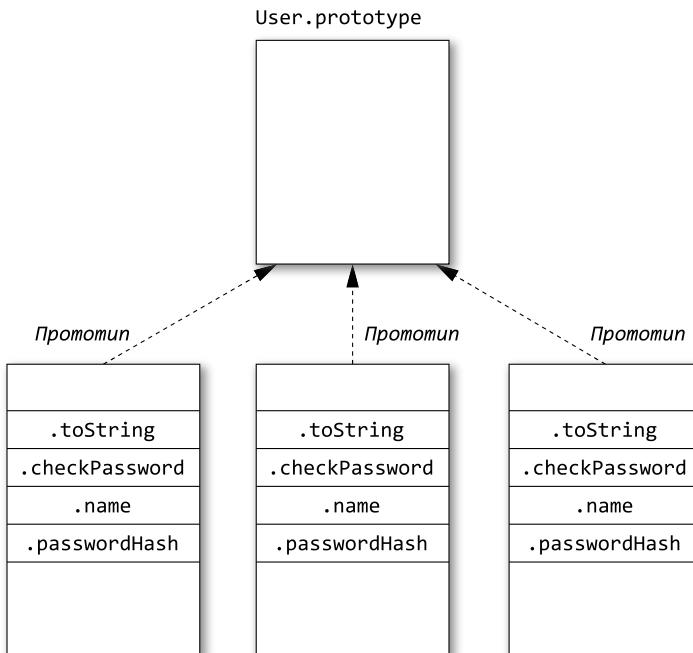


Рис. 4.3. Хранение методов в объектах-экземплярах

На рис. 4.4 показано, как выглядят эти три объекта и их объект-прототип при применении исходного определения. Методы `toString` и `checkPassword` создаются один раз и совместно используются всеми экземплярами через их прототип. Хранение методов в прототипе делает их доступными для всех экземпляров, не требуя нескольких копий реализующих их функций или дополнительных свойств в каждом экземпляре объекта. Возможно, вы полагаете, что хранение методов в экземплярах объектов может оптимизировать скорость поиска такого метода, как `u3.toString()`, поскольку реализацию `toString` не придется искать в цепочке прототипов? Однако современные JavaScript-движки проводят глубокую оптимизацию поиска в прототипах, поэтому копирование методов в объекты-экземпляры далеко не всегда гарантирует заметное повы-

шение скорости поиска. И методы экземпляров почти наверняка потребуют больше памяти, чем методы прототипа.

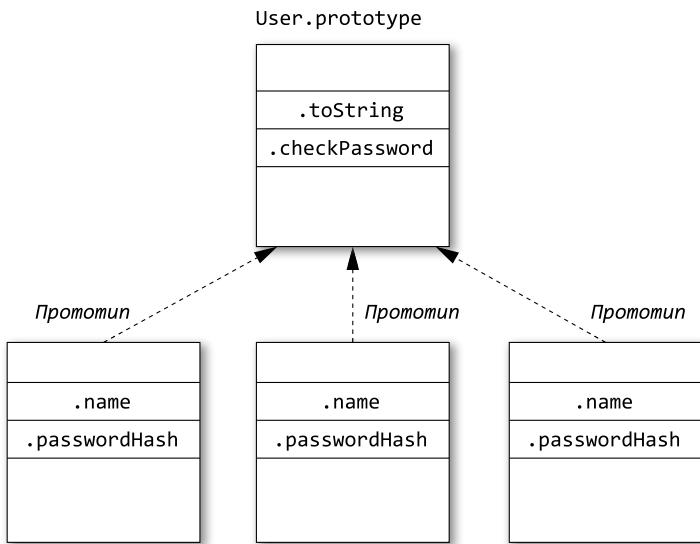


Рис. 4.4. Хранение методов в объекте-прототипе

УЗЕЛКИ НА ПАМЯТЬ

- ❖ При хранении методов в объектах-экземплярах создается несколько копий функций, по одной на каждый объект-экземпляр.
- ❖ Отдавайте предпочтение хранению методов в прототипах, а не в объектах-экземплярах.

35

ДЛЯ ХРАНЕНИЯ ЗАКРЫТЫХ
ДАННЫХ ИСПОЛЬЗУЙТЕ
ЗАМЫКАНИЯ

Система объектов в JavaScript не обладает каким-либо конкретным механизмом, помогающим или заставляющим

скрывать информацию. Имя каждого свойства является строкой, и из любого фрагмента программы можно получить доступ к любым свойствам объекта, просто запросив их по именам. А благодаря таким механизмам, как циклы `for...in` и предусмотренные в стандарте ES5 функции `Object.keys()` и `Object.getOwnPropertyNames()`, получить информацию обо всех именах свойств объекта еще проще.

Зачастую JavaScript-программисты для поддержания парадигмы закрытых свойств прибегают к соглашениям о кодировании информации, а не к какому-то абсолютному механизму принуждения. Например, некоторые программисты используют соглашение об именах, добавляя к именам закрытых свойств префиксы или суффиксы из знака подчеркивания (`_`). Это никоим образом не способствует сокрытию информации, но подсказывает пользователям, соблюдающим правила, что данное свойство не нужно изучать или изменять, дабы защитить объект от изменений его реализации.

И все же некоторым программам действительно требуется более высокая степень сокрытия информации. Например, какой-нибудь нуждающейся в повышенных мерах безопасности платформе или приложению может понадобиться отправить объект не внушающему доверия приложению без риска, что приложение вмешается во внутреннюю объектную структуру. Еще одной ситуацией, где может пригодиться принудительное сокрытие информации, являются популярные библиотеки, где невнимательные пользователи могут случайно связать свою программу с деталями реализации или помешать нормальной работе библиотеки.

Для таких ситуаций JavaScript предоставляет очень надежный механизм сокрытия информации — замыкания.

Замыкания являются строгими структурами данных. Они хранят данные в своих закрытых переменных, не предоставляя к ним непосредственного доступа. Единственным способом доступа к внутренней структуре замыкания является соответствующая функция. Иными словами, у объектов и у замыканий противоположные политики:

свойства объекта автоматически экспонируются, а переменные замыкания автоматически скрываются.

Этим можно воспользоваться для хранения реально закрытых данных. Вместо хранения данных в объекте в виде свойств, мы храним их в виде переменных в конструкторе и превращаем методы объекта в замыкания, ссылающиеся на эти переменные. Давайте еще раз обратимся к классу `User` из темы 30:

```
function User(name, passwordHash) {  
    this.toString = function() {  
        return "[User " + name + "]";  
    };  
    this.checkPassword = function(password) {  
        return hash(password) === passwordHash;  
    };  
}
```

Обратите внимание, что в отличие от других реализаций, методы `toString` и `checkPassword` ссылаются на имена `name` и `passwordHash` как на переменные, а не как на свойства через `this`. Теперь в экземпляре `User` вообще нет экземпляров свойств, следовательно, у внешнего кода нет непосредственного доступа к имени и к хэшу пароля экземпляра `User`.

Недостатком такой схемы является то, что с целью нахождения переменных конструктора в области видимости методов, которые их используют, методы должны быть помещены в объект-экземпляр. В теме 34 уже отмечалось, что это может привести к разрастанию копий методов. И все же в ситуациях, когда важно обеспечить сокрытие информации, эти затраты могут быть вполне приемлемы.

УЗЕЛКИ НА ПАМЯТЬ

- ❖ Переменные замыканий закрыты и доступны только для локальных ссылок.
- ❖ Используйте локальные переменные в качестве закрытых данных для принудительного сокрытия информации внутри методов.

36

ХРАНИТЕ СОСТОЯНИЕ ЭКЗЕМПЛЯРА ТОЛЬКО В ОБЪЕКТАХ- ЭКЗЕМПЛЯРАХ

Для реализации правильно функционирующих объектов очень важно иметь понятие об отношении «один ко многим», существующим между объектом-прототипом и его экземплярами. Одним из нарушений этого отношения может стать случайное сохранение в прототипе тех данных, которые принадлежат отдельному экземпляру объекта. Например, класс, реализующий древовидную структуру данных, может содержать для каждого узла массив дочерних данных. Помещение массива дочерних данных в прототип приводит к абсолютно неработоспособной реализации:

```
function Tree(x) {
    this.value = x;
}
Tree.prototype = {
    children: [], // этот должно быть состоянием
                  // экземпляра!
    addChild: function(x) {
        this.children.push(x);
    }
};
```

Посмотрим, что получится, если предпринять попытку построения древовидной структуры данных с помощью этого класса:

```
var left = new Tree(2);
left.addChild(1);
left.addChild(3);

var right = new Tree(6);
right.addChild(5);
right.addChild(7);

var top = new Tree(4);
top.addChild(left);
```



```
top.addChild(right);

top.children; // [1, 3, 5, 7, left, right]
```

При каждом вызове `addChild` мы добавляем значение к `Tree.prototype.children`, где содержатся узлы в порядке любых (отовсюду!) вызовов `addChild`. Это приводит к непонятному состоянию объектов `Tree`, показанному на рис. 4.5.

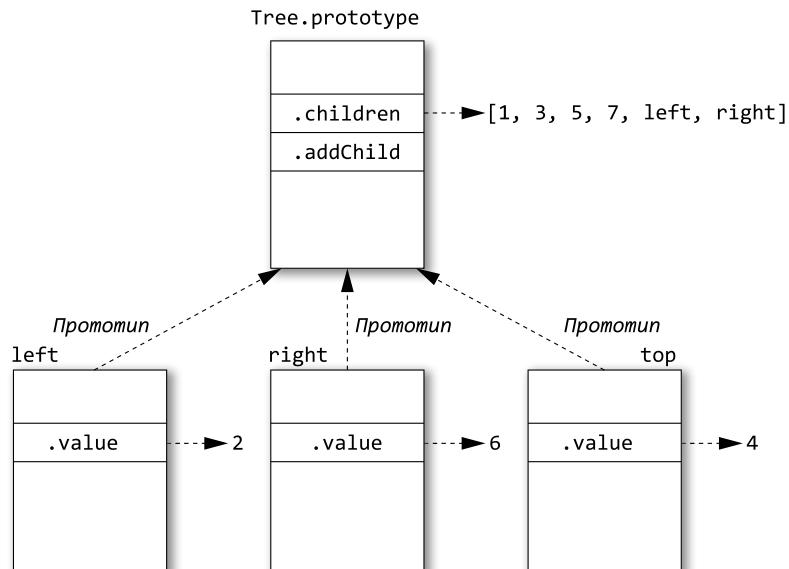


Рис. 4.5. Хранение состояния экземпляра в объекте-прототипе

Правильная реализация класса `Tree` подразумевает создание отдельного массива `children` для каждого экземпляра объекта:

```
function Tree(x) {
    this.value = x;
    this.children = []; // состояние экземпляра
}
Tree.prototype = {
    addChild: function(x) {
        this.children.push(x);
    }
};
```

36. Храните состояние экземпляра только в объектах-экземплярах

Запустив код из приведенного ранее примера, мы получим вполне ожидаемое состояние, показанное на рис. 4.6.

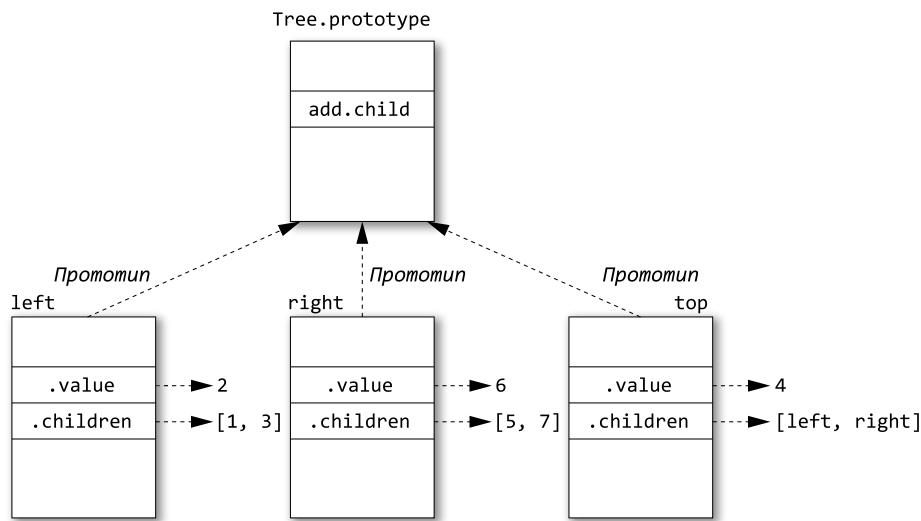


Рис. 4.6. Хранение состояния экземпляра в объектах-экземплярах

Из сказанного следует сделать вывод о том, что данные, сохраняющие текущее состояние, при совместном использовании могут стать источником ряда проблем. Совместное использование методов сразу несколькими экземплярами класса происходит, как правило, безопасно, поскольку они обычно не имеют сохраняемого состояния, исключая обращение к состоянию экземпляра посредством ссылок на `this`. (Так как синтаксис вызова метода гарантирует, что ключевое слово `this` связано с объектом-экземпляром даже для метода, унаследованного от прототипа, общие методы могут получать доступ к состоянию экземпляра.) В общем, в прототипе безопасно хранить любые неизменяемые совместно используемые данные. В принципе, в прототипе можно также хранить и данные, отражающие текущее состояние, если они действительно предназначены для совместного использования. Однако наиболее распространеными данными, встречающимися в объектах-прототипах, пока являются методы. А вот данные состояния, касающиеся каждого объекта в отдельности, должны храниться в объектах-экземплярах.

УЗЕЛКИ НА ПАМЯТЬ

- ◆ Изменяющиеся данные при совместном использовании могут стать источником проблем, а прототипы совместно используются всеми созданными на их основе экземплярами.
- ◆ Храните изменяемые состояния, относящиеся к каждому отдельному экземпляру, в объектах-экземплярах.

37

РАЗБЕРИТЕСЬ С НЕЯВНЫМ СВЯЗЫВАНИЕМ THIS

Файловый формат CSV (Comma-Separated Values — значения, разделенные запятыми) обеспечивает простое текстовое представление табличных данных:

```
Bösendorfer,1828,Vienna,Austria  
Fazioli,1981,Sacile,Italy  
Steinway,1853>New York,USA
```

Для чтения CSV-данных можно написать простой специализированный класс. (Чтобы не усложнять задачу, мы опустим возможность синтаксического разбора записей, содержащих запятые, например "hello, world".) Несмотря на свое название, CSV имеет разновидности, позволяющие использовать в качестве разделителей различные символы. Поэтому наш конструктор получает дополнительный массив символов-разделителей и создает заданное регулярное выражение, служащее для разбиения каждой строки на отдельные записи:

```
function CSVReader(separators) {  
    this.separators = separators || [",,"];  
    this.regexp = new RegExp(this.separators.  
        map(function(sep) {  
            return "\\" + sep[0];  
        }).join("|"));  
}
```

Простая реализация метода `read` может вести обработку в два этапа: сначала разбить входящую строку на массив отдельных строк, а затем разбить каждую строку массива на отдельные элементы. В результате должен получиться двухмерный массив строк. Эта задача как раз подходит для метода `map`:

```
CSVReader.prototype.read = function(str) {
  var lines = str.trim().split(/\n/);
  return lines.map(function(line) {
    return line.split(this.regexp); // это
                                   // неправильно!
  });
};

var reader = new CSVReader();
reader.read("a,b,c\nd,e,f\n"); // [[["a,b,c"]],
                             // ["d,e,f"]]
```

Этот, казалось бы, простой код содержит грубую, но малозаметную ошибку: ожидается, что функция обратного вызова, передаваемая `lines.map` и ссылающаяся на `this`, получит свойство `regexp` объекта `CSVReader`. Но `map` связывает получателя его функции обратного вызова с массивом `lines`, у которого нет такого свойства. В результате `this.regexp` выдает значение `undefined`, и вызов `line.split` не работает.

Эта ошибка является результатом того обстоятельства, что `this` связывается не так, как переменные. Как объяснялось в темах 18 и 25, у каждой функции есть неявная связь `this`, чье значение определяется при вызове функции. При лексически обозначенной области видимости переменной всегда можно сказать, где она получила свою связь, если поискать явно обозначенную точку связывания имени: например, в списке объявлений `var` или в параметре функции. В отличие от этого, `this` неявным образом связывается с ближайшей охватывающей функцией. Следовательно, связь `this` в `CSVReader.prototype.read` отличается от связи `this` в функции обратного вызова, переданной `lines.map`.

К счастью, по аналогии с конструкцией `forEach`, приведенной в теме 25, мы можем воспользоваться тем обстоятельством, что метод `map`, определенный в массивах, принимает дополнительный второй аргумент, чтобы использовать его в качестве связи `this` для функции обратного вызова. Следовательно, в данном случае самое простое исправление заключается в направлении внешней связи `this` к функции обратного вызова через второй аргумент метода `map`:

```
CSVReader.prototype.read = function(str) {
  var lines = str.trim().split(/\n/);
  return lines.map(function(line) {
    return line.split(this.regexp);
  }, this); // направление внешней связи this
             // к функции обратного вызова
};

var reader = new CSVReader();
reader.read("a,b,c\nd,e,f\n");
// [[["a","b","c"], ["d","e","f"]]
```

В настоящее время подобную степень продуманности обеспечивают не все API-интерфейсы, основанные на функциях обратного вызова. А что делать, если метод `map` не принимает этого дополнительного аргумента? Нам понадобится другой способ сохранения доступа к связи `this` с внешней функцией, чтобы функция обратного вызова по-прежнему могла ссылаться на `this`. Решение здесь довольно простое: для сохранения ссылки на внешнюю связь `this` нужно просто воспользоваться переменной с лексически обозначенной областью видимости:

```
CSVReader.prototype.read = function(str) {
  var lines = str.trim().split(/\n/);
  var self = this; // сохранение ссылки на внешнюю
                  // связь this
  return lines.map(function(line) {
    return line.split(self.regexp);
  }) // использование внешней связи this
```

```

});  
};  
  
var reader = new CSVReader();  
reader.read("a,b,c\nd,e,f\n");  
// [[{"a","b","c"}, ["d","e","f"]]]
```

Программисты часто используют для этой схемы имя переменной `self`, сигнализирующее о том, что единственным назначением переменной является особый псевдоним для связи `this` с текущей областью видимости. (Другими популярными именами переменной для данной схемы являются `me` и `that`.) Выбор конкретного имени не имеет большого значения, но использование общепринятого имени помогает другим программистам быстро распознать примененную схему.

Еще одним допустимым подходом в ES5 может стать использование метода `bind`, принадлежащего функции обратного вызова, как это было сделано в теме 25:

```

CSVReader.prototype.read = function(str) {  
    var lines = str.trim().split(/\n/);  
    return lines.map(function(line) {  
        return line.split(this.regexp);  
    }.bind(this)); // связывание с внешней связью this  
};  
  
var reader = new CSVReader();  
reader.read("a,b,c\nd,e,f\n");  
// [[{"a","b","c"}, ["d","e","f"]]]
```

УЗЕЛКИ НА ПАМЯТЬ

- ◆ Область видимости `this` всегда определяется ближайшей охватывающей функцией.
- ◆ Чтобы сделать связь `this` доступной внутренним функциям, нужно воспользоваться локальной переменной, которую обычно называют `self`, `me` или `that`.

38

ВЫЗЫВАЙТЕ КОНСТРУКТОРЫ СУПЕРКЛАССА ИЗ КОНСТРУКТОРОВ ПОДКЛАССА

Графом сцены (scene graph) называют коллекцию объектов, описывающих сцену в визуальной программе, например в игре или графическом симуляторе. Простая сцена содержит коллекцию всех объектов сцены, известных как *актеры* (actors), таблицу заранее загруженных видеоданных для актеров, а также ссылку на основной графический дисплей, что вместе часто называют *контекстом* (context):

```
function Scene(context, width, height, images) {
    this.context = context;
    this.width = width;
    this.height = height;
    this.images = images;
    this.actors = [];
}

Scene.prototype.register = function(actor) {
    this.actors.push(actor);
};

Scene.prototype.unregister = function(actor) {
    var i = this.actors.indexOf(actor);
    if (i >= 0) {
        this.actors.splice(i, 1);
    }
};

Scene.prototype.draw = function() {
    this.context.clearRect(0, 0, this.width,
                          this.height);
    for (var a = this.actors, i = 0, n = a.length;
         i < n;
         i++) {
        a[i].draw();
    }
};
```

Все актеры сцены наследуются из базового класса `Actor`, в который выделены общие методы. Каждый актер хранит ссылку на свою сцену, а также координаты, а затем добавляет себя в реестр актеров сцены:

```
function Actor(scene, x, y) {  
    this.scene = scene;  
    this.x = x;  
    this.y = y;  
    scene.register(this);  
}
```

Чтобы позволить вносить изменения в позицию актера на сцене, мы предоставляем метод `moveTo`, который изменяет координаты актера, а затем перерисовывает сцену:

```
Actor.prototype.moveTo = function(x, y) {  
    this.x = x;  
    this.y = y;  
    this.scene.draw();  
};
```

Когда актер покидает сцену, мы удаляем его из реестра графа сцены и перерисовываем сцену:

```
Actor.prototype.exit = function() {  
    this.scene.unregister(this);  
    this.scene.draw();  
};
```

Чтобы нарисовать актера, мы ищем его изображение в таблице изображений графа сцены. Мы предполагаем, что у каждого актера имеется поле `type`, которое может служить для поиска его изображения в таблице изображений. Получив эти данные для изображения, мы можем нарисовать его в графическом контексте, используя базовую графическую библиотеку (в этом примере задействована HTML-библиотека Canvas API, предоставляющая для рисования объекта `Image` в элементе `<canvas>` веб-страницы метод `drawImage`):

```
Actor.prototype.draw = function() {  
    var image = this.scene.images[this.type];
```

```
    this.scene.context.drawImage(image, this.x, this.y);
};
```

Аналогично этому мы можем определить размер актера из его данных для изображения:

```
Actor.prototype.width = function() {
    return this.scene.images[this.type].width;
};

Actor.prototype.height = function() {
    return this.scene.images[this.type].height;
};
```

Реализацию особых типов актеров мы осуществляем в виде подклассов класса `Actor`. Например, аркадная игра «Космический корабль» (`spaceship`) имеет класс `SpaceShip`, расширяющий класс `Actor`. Как и все классы, `SpaceShip` определяется в виде функции-конструктора. Однако чтобы обеспечить правильную инициализацию экземпляров `SpaceShip` в качестве актеров, конструктор должен явным образом вызвать конструктор `Actor`. Мы сделаем это путем вызова `Actor` с получателем, связанным с новым объектом:

```
function SpaceShip(scene, x, y) {
    Actor.call(this, scene, x, y);
    this.points = 0;
}
```

При вызове конструктора `Actor` сначала обеспечивается добавление к новому объекту всех свойств экземпляров, созданных конструктором `Actor`. После этого подкласс `SpaceShip` может определить собственные свойства экземпляров, например текущее количество очков корабля.

Чтобы класс `SpaceShip` был настоящим подклассом класса `Actor`, его прототип должен быть унаследован от `Actor.prototype`. Лучше всего выполнить расширение с помощью предлагаемой в стандарте ES5 функции `Object.create`:

```
SpaceShip.prototype = Object.create(Actor.prototype);
```

(В теме 33 дается описание реализации `Object.create` для тех сред, которые не поддерживают стандарт ES5.)

Если бы мы попытались создать объект-прототип `SpaceShip` с помощью конструктора `Actor`, возник бы ряд проблем. Первая проблема заключалась бы в том, что у нас нет для передачи `Actor` никаких обоснованных аргументов:

```
SpaceShip.prototype = new Actor();
```

Когда мы инициализируем прототип `SpaceShip`, у нас еще нет никаких сцен для передачи в качестве первого аргумента. Кроме того, прототип `SpaceShip` не имеет пригодной координаты `x` или `y`. Эти свойства должны быть свойствами экземпляров отдельных объектов `SpaceShip`, а не свойствами `SpaceShip.prototype`. Еще более проблематично то, что конструктор `Actor` добавляет объект к реестру сцены, что мы вполне определенно не хотим делать с помощью прототипа `SpaceShip`. Для подклассов это вполне обычное явление: конструктор суперкласса должен вызываться не при создании прототипа подкласса, а только из конструктора подкласса.

После создания объекта-прототипа `SpaceShip` мы можем добавить все свойства, совместно используемые экземплярами, включая свойство по имени `type` для индексирования внутри таблицы сцен данных изображения, а также методы, относящиеся к космическим кораблям:

```
SpaceShip.prototype.type = "spaceShip";
SpaceShip.prototype.scorePoint = function() {
    this.points++;
};

SpaceShip.prototype.left = function() {
    this.moveTo(Math.max(this.x - 10, 0), this.y);
};

SpaceShip.prototype.right = function() {
    var maxWidth = this.scene.width - this.width();
    this.moveTo(Math.min(this.x + 10, maxWidth),
               this.y);
};
```

На рис. 4.7 показана иерархия наследования экземпляров `SpaceShip`. Обратите внимание на то, что свойства `scene`, `x` и `y` определены только для объекта-экземпляра, но не для объекта-прототипа, хотя они и были созданы конструктором `Actor`.

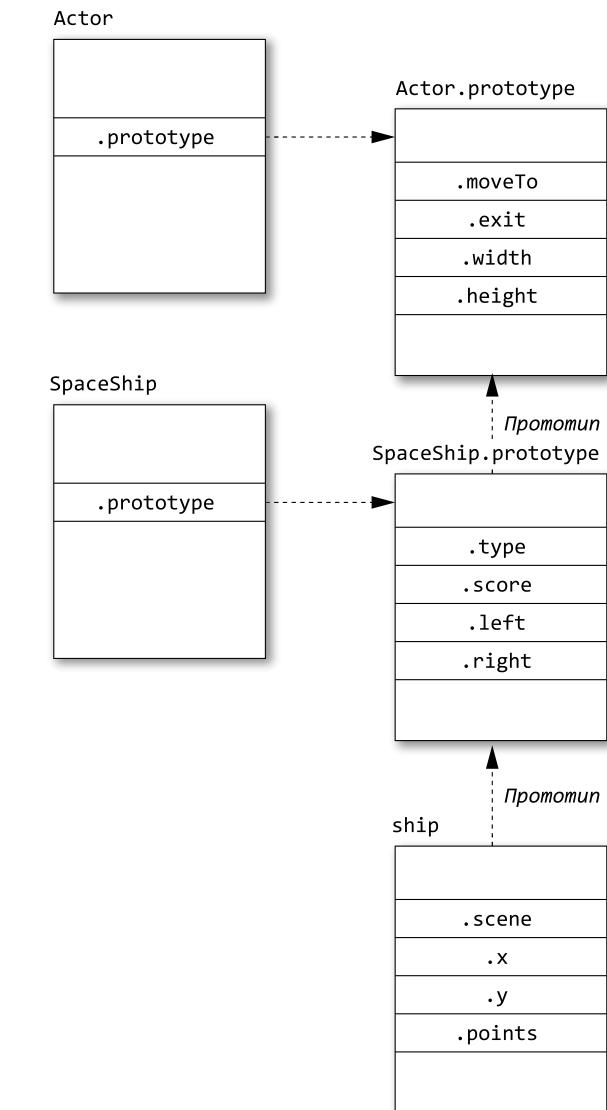


Рис. 4.7. Иерархия наследования при использовании подклассов

УЗЕЛКИ НА ПАМЯТЬ

- ◆ Вызывайте конструктор суперкласса явным образом из конструкторов подклассов, передавая в качестве явного получателя `this`.
- ◆ Чтобы избежать вызова конструктора суперкласса, для создания объекта-прототипа подкласса используйте функцию `Object.create`.

39**НЕ ИСПОЛЬЗУЙТЕ ПОВТОРНО ИМЕНА СВОЙСТВ СУПЕРКЛАССА**

Представьте, что мы захотели бы наделить библиотеку графов сцен из темы 38 средствами сбора диагностической информации, которая могла бы оказаться полезной для отладки или профилирования. Для этого дадим каждому экземпляру `Actor` уникальный идентификационный номер:

```
function Actor(scene, x, y) {
  this.scene = scene;
  this.x = x;
  this.y = y;
  this.id = ++Actor.nextID;
  scene.register(this);
}
```

```
Actor.nextID = 0;
```

А теперь давайте сделаем то же самое для отдельных экземпляров подкласса `Actor`, скажем, для класса `Alien` (пришелец), представляющего врагов нашего космического корабля. В добавок к его актерскому идентификационному номеру мы хотим, чтобы у каждого пришельца имелся отдельный идентификационный номер пришельца:

```
function Alien(scene, x, y, direction, speed,
              strength) {
  Actor.call(this, scene, x, y);
```



```

        this.direction = direction;
        this.speed = speed;
        this.strength = strength;
        this.damage = 0;
        this.id = ++Alien.nextID; // конфликтует с
                                // идентификатором актера!
    }

Alien.nextID = 0;

```

Этот код порождает конфликтную ситуацию между классом `Alien` и его суперклассом `Actor`: оба класса пытаются записать в экземпляр свойство по имени `id`. Хотя каждый класс может рассматривать это свойство как «закрытое» (то есть имеющее отношение только к методам, определенным непосредственно в классе, и доступное только этим методам), проблема в том, что это свойство хранится в объектах-экземплярах, а название у него такое же. Если два класса в иерархии наследования ссылаются на одно и то же имя свойства, значит, они ссылаются на одно и то же свойство.

Из этого следует вывод, что подкласс должен всегда знать обо всех свойствах, используемых его суперклассами, даже если концептуально эти свойства считаются закрытыми. Вполне очевидным решением для данной ситуации является использование для хранения идентификационных номеров `Actor` и `Alien` отличных друг от друга имен:

```

function Actor(scene, x, y) {
    this.scene = scene;
    this.x = x;
    this.y = y;
    this.actorID = ++Actor.nextID; // отличается
                                    // от alienID
    scene.register(this);
}

Actor.nextID = 0;

function Alien(scene, x, y, direction, speed,
              strength) {

```

```

Actor.call(this, scene, x, y);
this.direction = direction;
this.speed = speed;
this.strength = strength;
this.damage = 0;
this.alienID = ++Alien.nextID; // отличается
                                // от actorID
}

Alien.nextID = 0;

```

УЗЕЛКИ НА ПАМЯТЬ

- ❖ Обязательно нужно иметь сведения обо всех именах свойств, используемых суперклассами.
- ❖ Повторное использование в подклассе имени свойства суперкласса недопустимо.

40

ИЗБЕГАЙТЕ НАСЛЕДОВАНИЯ ОТ СТАНДАРТНЫХ КЛАССОВ

Стандартная библиотека ECMAScript небольшая по размеру, но в ней содержится ряд таких важных классов, как `Array`, `Function` и `Date`. Может появиться соблазн расширить эти классы с помощью подклассов, но, к сожалению, у их определений настолько специфическое поведение, что написать для них нормально работающие подклассы не представляется возможным.

Хорошим примером может послужить класс `Array`. Библиотека для работы с файловыми системами может потребовать создания абстракции каталогов, наследующей все поведение массивов:

```

function Dir(path, entries) {
  this.path = path;

```



```
for (var i = 0, n = entries.length; i < n; i++) {
    this[i] = entries[i];
}
}

Dir.prototype = Object.create(Array.prototype);
// расширяет класс Array
```

К сожалению, этот подход нарушает ожидаемое поведение свойства `length` массивов:

```
var dir = new Dir("/tmp/mysite", ["index.html",
                                  "script.js", "style.css"]);
dir.length; // 0
```

Причина ошибки состоит в том, что свойство `length` работает исключительно с объектами, имеющими внутреннюю пометку «настоящих» массивов. Стандарт ECMAScript определяет это как невидимое *внутреннее свойство с именем [[Class]]*. Пусть это название не вводит вас в заблуждение, в JavaScript нет никакой секретной внутренней системы классов. Значением свойства `[[Class]]` является простой тег: объекты массивов (созданные с помощью конструктора `Array` или синтаксиса `[]`) помечаются значением `"Array"` свойства `[[Class]]`, функции помечаются значением `"Function"` свойства `[[Class]]` и т. д. Полный набор значений свойства `[[Class]]`, определенных стандартом ECMAScript, показан в табл. 4.1.

Итак, какое же отношение имеет это магическое свойство `[[Class]]` к свойству `length`? Оказывается, механизм функционирования свойства `length` определен специально для объектов, чье внутреннее свойство `[[Class]]` имеет значение «`Array`». Для таких объектов свойство `length` поддерживает само себя в синхронизированном состоянии с количеством проиндексированных свойств объекта. Если к объекту добавить дополнительное количество проиндексированных свойств, свойство `length` увеличит свое значение автоматически, а если уменьшить значение свойства `length`, то любые индексированные свойства, превышающие его новое значение, будут автоматически удалены.

Таблица 4.1. Значения внутреннего свойства `[[Class]]`, определенные стандартом ECMAScript

<code>[[CLASS]]</code>	КОД СОЗДАНИЯ
"Array"	<code>new Array(...), [...]</code>
"Boolean"	<code>new Boolean(...)</code>
"Date"	<code>new Date(...)</code>
"Error"	<code>new Error(...), new EvalError(...), new RangeError(...), new ReferenceError(...), new SyntaxError(...), new TypeError(...), new URIError(...)</code>
"Function"	<code>new Function(...), function(...){...}</code>
"JSON"	<code>JSON</code>
"Math"	<code>Math</code>
"Number"	<code>new Number(...)</code>
"Object"	<code>new Object(...), {...}, new MyClass(...)</code>
"RegExp"	<code>new RegExp(...), /.../</code>
"String"	<code>new String(...)</code>

Однако когда мы расширяем класс `Array`, экземпляры подкласса не создаются с помощью выражения `new Array()` или с помощью литерального синтаксиса `[]`. Поэтому экземпляры `Dir` имеют свойство `[[Class]]` со значением `"Object"`. Для этого даже есть тест: исходный метод `Object.prototype.toString` выдает запрос внутреннему свойству `[[Class]]` своего получателя на создание общего описания объекта, так что вы можете вызвать его явным образом для любого заданного объекта и посмотреть на результат:

```
var dir = new Dir("/", []);
Object.prototype.toString.call(dir); // "[object Object]"
Object.prototype.toString.call([]); // "[object Array]"
```

То есть экземпляры `Dir` не наследуют ожидаемый специальный механизм функционирования свойства `length`, принадлежащего массивам.

В более разумной реализации определяется свойство экземпляра с массивом записей:

```
function Dir(path, entries) {  
    this.path = path;  
    this.entries = entries; // свойство массива  
}
```

Методы `Array` могут быть переопределены в прототипе путем их делегирования соответствующим методам свойства `entries`:

```
Dir.prototype.forEach = function(f, thisArg) {  
    if (typeof thisArg === "undefined") {  
        thisArg = this;  
    }  
    this.entries.forEach(f, thisArg);  
};
```

Большинство конструкторов стандартной библиотеки ECMAScript имеют сходные проблемы, когда конкретные свойства или методы ожидают правильного значения свойства `[[Class]]` или других специальных внутренних свойств, которые не могут быть предоставлены подклассами. Поэтому следует избегать наследования от любого из следующих стандартных классов: `Array`, `Boolean`, `Date`, `Function`, `Number`, `RegExp` или `String`.

УЗЕЛКИ НА ПАМЯТЬ

- ❖ Наследование от стандартных классов обречено на неудачу из-за особых внутренних свойств, таких как `[[Class]]`.
- ❖ Отдавайте предпочтение делегированию свойствам, а не наследованию от стандартных классов.

41

СЧИТАЙТЕ ПРОТОТИПЫ ДЕТАЛЯМИ
РЕАЛИЗАЦИИ

Объект предоставляет своим потребителям небольшой, простой и эффективный набор операций. Самые основные

взаимодействия потребителя с объектом заключаются в получении значений его свойств и в вызове его методов. Эти операции не требуют специально заботиться о том, где в иерархии прототипов хранятся свойства. Реализация объекта может со временем развиваться, и то или иное свойство может быть реализовано в разных местах цепочки прототипов объекта, но пока его значение остается постоянным, базовые операции ведут себя одинаково. Проще говоря: прототипы являются деталями реализации поведения объекта.

В то же время JavaScript предоставляет удобные механизмы *самоанализа* (*introspection*) для исследования деталей объекта. Метод `Object.prototype.hasOwnProperty` определяет, хранится ли свойство непосредственно в качестве «собственного» свойства объекта (то есть как свойство экземпляра), полностью игнорируя иерархию прототипов. Выражения `Object.getPrototypeOf` и `__proto__` (см. тему 30) позволяют программам проходить по цепочке прототипов объекта и отдельно исследовать его объекты-прототипы. Это мощные и весьма полезные инструменты.

Однако хороший программист знает, где заканчиваются границы абстракций. Изучение деталей реализации, даже без их модификации, дает представление о зависимостях между компонентами программы. Если производитель объекта изменяет детали его реализации, то у потребителя, использующего этот объект, произойдет ошибка. Эту категорию ошибок особенно нелегко выявить, поскольку они реализуют *действие на расстоянии*: автор меняет реализацию одного компонента, а другой компонент (зачастую написанный другим программистом) при этом перестает функционировать.

Ко всему прочему, JavaScript не делает различий между открытыми и закрытыми свойствами объекта (см. тему 35). Вместо этого все отдается на откуп вашему следованию требованиям документации и вашей дисциплинированности. Если библиотека предлагает объект со свойствами, которые не документированы или особо оговорены в документации как внутренние, то такие свойства потребителям лучше оставить в покое.

УЗЕЛКИ НА ПАМЯТЬ

- ❖ Объекты являются интерфейсами, а прототипы — реализациями.
- ❖ Избегайте исследования структуры прототипов объектов, если вы не можете ее контролировать.
- ❖ Избегайте исследования тех свойств, с помощью которых реализовано внутреннее устройство объектов, если вы не можете их контролировать.

42

НЕ ПЫТАЙТЕСЬ БЕЗДУМНО ВНОСИТЬ ИЗМЕНЕНИЯ МЕТОДОМ ОБЕЗЬЯНЬЕЙ ПРАВКИ

После яростной критики желания пойти на нарушение абстракций в теме 41 давайте рассмотрим крайнюю форму нарушения. Поскольку прототипы совместно используются в качестве объектов, то добавление, удаление или модификация их свойств доступна всем, кому не лень. Такая спорная деятельность общеизвестна под именем *обезьяньей правки* (*monkey-patching*).

Привлекательность обезьяньей правки обусловлена ее эффективностью. У массивов отсутствует полезный метод? Так давайте его добавим:

```
Array.prototype.split = function(i) { // альтернатива № 1
    return [this.slice(0, i), this.slice(i)];
};
```

Вот и все: у каждого экземпляра массива теперь есть метод *split*.

Однако если сразу несколько библиотек займутся обезьяньей правкой одних и тех же прототипов, возникнут проблемы. Например, другая библиотека может внести обезьянью правку в *Array.prototype*, использовав метод с тем же названием:

```
Array.prototype.split = function() { // альтернатива № 2
    var i = Math.floor(this.length / 2);
    return [this.slice(0, i), this.slice(i)];
};
```

Теперь любое использование метода `split` в отношении массива имеет приблизительный шанс в 50 % на то, что массив будет испорчен, в зависимости от того, какой из двух методов он ожидал получить.

Мягко говоря, любая библиотека, которая модифицирует общие прототипы, такие как `Array.prototype`, должна четко документировать то, что именно она делает. Это, по крайней мере, предупредит клиентов о потенциальном конфликте между библиотеками. И все равно, две библиотеки, которые занимаются конфликтующей обезьяньей правкой прототипов, не могут использоваться в одной и той же программе. Один из вариантов решения проблемы заключается в том, что если библиотека вносит обезьянью правку в прототипы исключительно для дополнительного удобства, она может предоставить свои модификации в отдельной функции, которую пользователь вправе вызвать или проигнорировать:

```
function addArrayMethods() {
    Array.prototype.split = function(i) {
        return [this.slice(0, i), this.slice(i)];
    };
}
```

Разумеется, такой подход будет работать только в том случае, если библиотека, предоставляющая функцию `addArrayMethods`, фактически не зависит от `Array.prototype.split`. Несмотря на опасность, есть один совершенно надежный и бесценный вариант обезьяньей правки — *полифил* (*polyfill*). JavaScript-программы и JavaScript-библиотеки зачастую развертываются на нескольких платформах, например на различных версиях веб-браузеров от разных производителей. Эти платформы отличаются количеством реализованных стандартных API-интерфейсов. Например, в ES5 определяются такие новые методы для массивов, как `forEach`, `map` и `filter`, но некото-

рые версии браузеров могут не поддерживать эти методы. Поведение отсутствующих методов определено широком поддерживаемым стандартом, и от этих методов могут зависеть многие программы и библиотеки. Поскольку их поведение регламентировано стандартом, предоставление реализаций этих методов не столь рискованно в отношении несовместимости между библиотеками. Фактически, многие библиотеки могут предоставлять реализации одних и тех же стандартных методов (если предположить, что все они корректно написаны), поскольку все они обеспечивают один и тот же стандартный API-интерфейс.

Вы можете совершенно безопасно заполнять эти пробелы в платформе, вводя защитную обезьянью правку посредством проверки:

```
if (typeof Array.prototype.map !== "function") {  
    Array.prototype.map = function(f, thisArg) {  
        var result = [];  
        for (var i = 0, n = this.length; i < n; i++) {  
            result[i] = f.call(thisArg, this[i], i);  
        }  
        return result;  
    };  
}
```

Проверка факта присутствия `Array.prototype.map` гарантирует, что встроенная реализация, которая, скорее всего, окажется наиболее эффективной и лучше протестированной, переписана не будет.

УЗЕЛКИ НА ПАМЯТЬ

- ✦ Избегайте необдуманной обезьяньей правки.
- ✦ Документируйте любые обезьяньи правки, реализуемые в библиотеке.
- ✦ Учитывайте возможность необязательной обезьяньей правки при модификации экспортруемой функции.
- ✦ Используйте обезьянью правку, предоставляя полифилы отсутствующих стандартных API-интерфейсов.

ГЛАВА 5. МАССИВЫ И СЛОВАРИ

Объекты в JavaScript являются наиболее универсальными структурами данных. В зависимости от ситуации объект может представлять собой постоянную запись ассоциаций имя-значение, объектно-ориентированную абстракцию данных с унаследованными методами, плотный или разреженный массив или хэш-таблицу. Вполне естественно, что освоение такого универсального инструмента требует для различных нужд применения различных идиом. В предыдущей главе изучались структурированные объекты и наследование. В этой главе рассказывается об использовании объектов в качестве *коллекций*: совокупности структур данных с различным количеством элементов.

43

СОЗДАВАЙТЕ ПРОСТЫЕ СЛОВАРИ ТОЛЬКО ИЗ НЕПОСРЕДСТВЕННЫХ ЭКЗЕМПЛЯРОВ ОБЪЕКТОВ

В своей основе JavaScript-объект является таблицей, отображающей строковые имена свойств на значения. Это существенно облегчает реализацию *словарей*: коллекций отображений строк на значения переменного размера. JavaScript даже предоставляет удобную конструкцию для перечисления имен свойств объекта — цикл `for...in`:

```

var dict = { alice: 34, bob: 24, chris: 62 };
var people = [];

for (var name in dict) {
    people.push(name + ": " + dict[name]);
}

people; // ["alice: 34", "bob: 24", "chris: 62"]

```

Однако каждый объект наследует свойства своего объекта-прототипа (см. главу 4), и цикл `for...in` перечисляет унаследованные объектом свойства точно так же, как «собственные» свойства. Что, к примеру, произойдет, если мы создадим собственный класс словаря, хранящий элементы как свойства самого объекта-словаря?

```

function NaiveDict() { }
NaiveDict.prototype.count = function() {
    var i = 0;
    for (var name in this) { // подсчитывает все
        // свойства
        i++;
    }
    return i;
};

NaiveDict.prototype.toString = function() {
    return "[object NaiveDict]";
};

var dict = new NaiveDict();

dict.alice = 34;
dict.bob = 24;
dict.chris = 62;

dict.count(); // 5

```

Проблема в том, что мы используем один и тот же объект для хранения как постоянных свойств структуры данных `NaiveDict` (`count`, `toString`), так и переменных записей конкретного словаря (`alice`, `bob`, `chris`). Поэтому когда

метод `count` перечисляет свойства словаря, он учитывает все эти свойства (`count`, `toString`, `alice`, `bob`, `chris`), вместо того чтобы учитывать только те, которыми мы интересуемся. Усовершенствованный класс `Dict`, который не хранит свои элементы в качестве свойств экземпляра, предоставляя вместо этого методы `dict.get(key)` и `dict.set(key, value)`, показан в теме 45. А здесь мы сосредоточимся на схеме использования свойств объекта в качестве элементов словаря.

Схожей ошибкой будет использование для представления словарей объектов типа `Array`. В эту ловушку особенно легко попадают программисты, привыкшие программировать на таких языках, как Perl и PHP, где словари обычно называют «ассоциативными массивами». Если уверовать в возможность добавления свойств к JavaScript-объекту любого типа, то, как может показаться, *иногда* эта схема вполне работоспособна:

```
var dict = new Array();  
  
dict.alice = 34;  
dict.bob = 24;  
dict.chris = 62;  
  
dict.bob; // 24
```

К сожалению, этот код подвержен так называемому *прототипному загрязнению*, при котором свойства объекта-прототипа могут вызвать появление нежелательных свойств в ходе перечисления словарных записей. Например, какая-нибудь другая библиотека, имеющаяся в приложении, может принять решение о добавлении некоторых удобных методов к `Array.prototype`:

```
Array.prototype.first = function() {  
    return this[0];  
};  
  
Array.prototype.last = function() {  
    return this[this.length - 1];  
};
```

Теперь посмотрите, что получится, когда мы попытаемся перечислить элементы нашего массива:

```
var names = [];

for (var name in dict) {
    names.push(name);
}

names; // ["alice", "bob", "chris", "first", "last"]
```

Из этого мы можем вывести основное правило использования объектов как простых словарей: в качестве словарей можно задействовать только непосредственные экземпляры `Object`, а не такие подклассы, как `NaiveDict`, и, конечно же, не массивы. Например, мы можем просто заменить показанное здесь выражение `new Array()` выражением `new Object()` или даже пустым литералом объекта. Полученный результат намного менее восприимчив к прототипному загрязнению:

```
var dict = {};

dict.alice = 34;
dict.bob = 24;
dict.chris = 62;

var names = [];
for (var name in dict) {
    names.push(name);
}

names; // ["alice", "bob", "chris"]
```

Но и теперь наша новая версия не обеспечивает абсолютной защиты от загрязнений. Кто угодно может взять и добавить свойства к `Object.prototype`, и мы опять окажемся в тупике. Однако используя непосредственный экземпляр `Object`, мы локализуем этот риск, сведя его только лишь к `Object.prototype`.

Но как же все-таки улучшить наше решение? Например, в теме 47 объясняется, что никто *никогда* не должен до-

бавлять к `Object.prototype` такие свойства, которые могут внести загрязнение в цикл `for...in`. В отличие от этого добавление свойств к `Array.prototype` имеет вполне определенный смысл. Например, в теме 42 объяснено, как добавлять стандартные методы к `Array.prototype` в тех средах, которые их не предоставляют. В конечном итоге, эти свойства станут загрязнять циклы `for...in`. Аналогично этому, класс, определенный пользователем, будет, как правило, иметь свойства в своем прототипе. Если придерживаться правила применения непосредственных экземпляров `Object` (и всегда соблюдать правило, изложенное в теме 47), ваш цикл `for...in` останется свободным от загрязнений.

Но будьте осторожны! Как говорится в темах 44 и 45, для создания надежных словарей соблюдать это правило необходимо, но недостаточно. При всем удобстве простых словарей они подвержены ряду опасностей. Важно изучить все эти три пункта или же, если вы не склонны к запоминанию правил, воспользуйтесь такой абстракцией, как представленный в теме 45 класс `Dict`.

УЗЕЛКИ НА ПАМЯТЬ

- ◆ Для создания простых словарей используйте литералы объектов.
- ◆ Чтобы оградить циклы `for...in` от прототипного загрязнения, простые словари должны быть непосредственными потомками `Object.prototype`.

44

ИСПОЛЬЗУЙТЕ ПРОТОТИПЫ РАВНЫЕ NULL ДЛЯ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ПРОТОТИПНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Один из самых простых способов предотвратить прототипное загрязнение — сделать его невозможным. Однако до выхода ES5 не было стандартного способа создания нового объекта с пустым прототипом. У вас мог появиться

себе вправе попытаться установить принадлежащее конструктору свойство `prototype` в `null` или в `undefined`:

```
function C() { }
C.prototype = null;
```

Однако при получении экземпляров с помощью этого конструктора все равно получаются экземпляры `Object`:

```
var o = new C();
Object.getPrototypeOf(o) === null;
// false
Object.getPrototypeOf(o) === Object.prototype;
// true
```

ES5 впервые предлагает стандартный способ создания объекта без прототипа. Функция `Object.create` может динамически создавать объекты со ссылкой на прототип, указанный пользователем, и *карту дескрипторов свойств* (property descriptor map), в которой описываются значения и атрибуты свойств новых объектов. Передав функции аргумент прототипа равный `null` и пустую карту дескрипторов, мы можем создать по-настоящему пустой объект:

```
var x = Object.create(null);
Object.getPrototypeOf(o) === null; // true
```

Прототипные загрязнения на поведение таких объектов повлиять не могут.

Более старые JavaScript-среды, не поддерживающие функцию `Object.create`, могут предлагать другой подход, о котором стоит упомянуть. Во многих средах магический доступ к внутренней ссылке на прототип объекта по чтению и записи предоставляет специальное свойство `__proto__` (см. темы 31 и 32). Литеральный синтаксис объекта поддерживает также инициализацию значением `null` ссылки на прототип нового объекта:

```
var x = { __proto__: null };
x instanceof Object;
// false (нестандартный способ)
```

Этот синтаксис тоже удобен, но там, где доступна функция `Object.create`, ее применение дает более надежные результаты. Свойство `__proto__` является нестандартным и его использование может повлиять на переносимость кода. JavaScript-реализации не гарантируют поддержку этого свойства в будущем, поэтому по возможности нужно ориентироваться на использование стандартной функции `Object.create`.

К сожалению, хотя нестандартное свойство `__proto__` может быть использовано для решения некоторых проблем, оно само становится источником дополнительной проблемы, не позволяя объектам без прототипа стать абсолютно надежной реализацией словарей. В теме 45 показано, как в некоторых JavaScript-средах ключ свойства `"__proto__"` сам загрязняет объекты, даже если у них нет прототипов. Если вы не можете дать гарантии, что строка `"__proto__"` никогда не будет использована в качестве ключа в вашем словаре, нужно рассмотреть возможность использования более надежного класса `Dict`, описание которого дается в теме 45.

УЗЕЛКИ НА ПАМЯТЬ

- ◆ Для создания пустых объектов без прототипов, менее подверженных загрязнениям, в средах, поддерживающих стандарт ES5, следует использовать выражение `Object.create(null)`.
- ◆ В более старых средах следует рассмотреть возможность использования выражения `{ __proto__:null }`.
- ◆ К использованию свойства `__proto__` нужно относиться с осторожностью, поскольку оно является нестандартным, не гарантирует переносимость кода и может не поддерживаться в будущих JavaScript-средах.
- ◆ Никогда не используйте слово «`__proto__`» в качестве словарного ключа, поскольку в некоторых средах есть специальное свойство с аналогичным названием.

45

ИСПОЛЬЗУЙТЕ МЕТОД HASOwnProperty ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОТ ПРОТОТИПНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

В темах 43 и 44 говорилось о *перечислении* свойств, но мы еще не касались влияния проблемы прототипного загрязнения на *поиск* свойств. Для выполнения всех наших словарных операций над объектами весьма заманчиво воспользоваться исходным JavaScript-синтаксисом:

```
"alice" in dict; // проверка наличия
dict.alice;      // получение
dict.alice = 24; // обновление
```

Однако нужно помнить, что в JavaScript в основе операций с объектами всегда лежит наследование. Даже пустой литерал объекта наследует от `Object.prototype` ряд свойств:

```
var dict = {};
"alice" in dict;           // false
"bob" in dict;            // false
"chris" in dict;          // false
"toString" in dict;        // true
"valueOf" in dict;         // true
```

К счастью, `Object.prototype` предоставляет метод `hasOwnProperty`, являющийся именно тем средством, которое нам нужно для предотвращения прототипного загрязнения при проверке словарных записей:

```
dict.hasOwnProperty("alice"); // false
dict.hasOwnProperty("toString"); // false
dict.hasOwnProperty("valueOf"); // false
```

Точно так же можно защититься от загрязнения при поиски свойств, оградив поиск кодом проверки:

```
dict.hasOwnProperty("alice") ? dict.alice : undefined;
dict.hasOwnProperty(x) ? dict[x] : undefined;
```

К сожалению, это еще не все. При вызове `dict.hasOwnProperty` мы запрашиваем поиск метода `hasOwnProperty`

объекта `dict`. Обычно он просто наследуется от `Object.prototype`. Однако если мы сохраним в словаре запись под именем "`hasOwnProperty`", то доступа к этому методу больше не будет:

```
dict.hasOwnProperty = 10;  
dict.hasOwnProperty("alice");  
// ошибка: dict.hasOwnProperty не является функцией
```

Конечно, можно предположить, что в словаре никогда не окажется записи со столь экзотическим именем, как "`hasOwnProperty`". И конечно же, в ваших силах в контексте любой отдельно взятой программы сделать так, чтобы такое никогда не случилось. Но на самом деле такое может случиться, особенно если вы заполняете словарь записями из внешнего файла, сетевого ресурса или пользовательского интерфейса, где решения о том, какие ключи окажутся в словаре, принимает неконтролируемая вами сторона.

Безопаснее всего не делать никаких предположений. Вместо вызова `hasOwnProperty` в качестве метода словаря мы можем воспользоваться методом `call`, рассмотренным в теме 20. Сначала мы заранее извлечем метод `hasOwnProperty` из хорошо известного места:

```
var hasOwn = Object.prototype.hasOwnProperty;
```

Или в более краткой форме:

```
var hasOwn = {}.hasOwnProperty;
```

Теперь, имея локальную переменную, связанную с нужной функцией, мы можем вызвать ее для любого объекта, используя имеющийся в функции метод `call`:

```
hasOwn.call(dict, "alice");
```

Этот подход работоспособен независимо от того, переписал получатель свой метод `hasOwnProperty` или нет:

```
var dict = {};  
  
dict.alice = 24;  
hasOwn.call(dict, "hasOwnProperty"); // false
```



```

hasOwn.call(dict, "alice");           // true

dict.hasOwnProperty = 10;
hasOwn.call(dict, "hasOwnProperty"); // true
hasOwn.call(dict, "alice");         // true

```

Чтобы не вставлять эту конструкцию повсюду, где требуется поиск, мы можем абстрагировать его в конструктор `Dict`, инкапсулирующий всю требуемую технологию для написания надежных словарей в одном определении:

```

function Dict(elements) {
    // допускает наличие необязательной исходной
    // таблицы
    this.elements = elements || {};
    // простой объект типа Object
}

Dict.prototype.has = function(key) {
    // только свое собственное свойство
    return {}.hasOwnProperty.call(this.elements, key);
};

Dict.prototype.get = function(key) {
    // только свое собственное свойство
    return this.has(key)
        ? this.elements[key]
        : undefined;
};

Dict.prototype.set = function(key, val) {
    this.elements[key] = val;
};

Dict.prototype.remove = function(key) {
    delete this.elements[key];
};

```

Обратите внимание, что мы не защищили реализацию `Dict.prototype.set`, поскольку добавление ключа к объ-

45. Используйте метод `hasOwnProperty` для защиты от прототипного загрязнения

екту словаря становится одним из собственных свойств объекта `elements`, даже если в `Object.prototype` имеется свойство с таким же именем.

Пользоваться этой абстракцией намного надежнее и даже удобнее, чем исходным синтаксисом JavaScript-объектов:

```
var dict = new Dict({  
    alice: 34,  
    bob: 24,  
    chris: 62  
});  
  
dict.has("alice"); // true  
dict.get("bob"); // 24  
dict.has("valueOf"); // false
```

Как мы помним, в теме 44 упоминалось, что иногда специальное свойство по имени `__proto__` само по себе может стать причиной загрязнения. В некоторых средах свойство `__proto__` просто наследуется от `Object.prototype`, поэтому пустые объекты (к счастью) действительно являются пустыми:

```
var empty = Object.create(null);  
"__proto__" in empty;  
// false (в некоторых средах)  
  
var hasOwn = {}.hasOwnProperty;  
hasOwn.call(empty, "__proto__");  
// false (в некоторых средах)
```

В других средах `true` возвращает только оператор `in`:

```
var empty = Object.create(null);  
"__proto__" in empty;  
// true (в некоторых средах)  
  
var hasOwn = {}.hasOwnProperty;  
hasOwn.call(empty, "__proto__");  
// false (в некоторых средах)
```

Однако, к сожалению, некоторые среды постоянно загрязняют все объекты из-за появления свойства экземпляра по имени `__proto__`:

```
var empty = Object.create(null);
"__proto__" in empty; // true (в некоторых
// средах)

var hasOwn = {}.hasOwnProperty;
hasOwn.call(empty, "__proto__"); // true (в некоторых
// средах)
```

Это означает, что в зависимости от среды, в которой он выполняется, следующий код может выдавать разные результаты:

```
var dict = new Dict();
dict.has("__proto__"); // ?
```

Для достижения максимальной переносимости и безопасности нам не остается ничего другого, как добавить к каждому методу конструктора `Dict` специальный код обработки ключа `"__proto__"`, в результате чего получится следующая более сложная, но и более безопасная реализация:

```
function Dict(elements) {
    // допускает наличие необязательной исходной
    // таблицы
    this.elements = elements || {};
    // простой объект типа Object
    this.hasSpecialProto = false;
    // имеется ли ключ "__proto__"?
    this.specialProto = undefined;
    // элемент "__proto__"
}

Dict.prototype.has = function(key) {
    if (key === "__proto__") {
        return this.hasSpecialProto;
    }
}
```

45. Используйте метод hasOwnProperty для защиты от прототипного загрязнения

```
// только свое собственное свойство
return {}.hasOwnProperty.call(this.elements, key);
};

Dict.prototype.get = function(key) {
    if (key === "__proto__") {
        return this.specialProto;
    }
    // только свое собственное свойство
    return this.has(key)
        ? this.elements[key]
        : undefined;
};

Dict.prototype.set = function(key, val) {
    if (key === "__proto__") {
        this.hasSpecialProto = true;
        this.specialProto = val;
    } else {
        this.elements[key] = val;
    }
};

Dict.prototype.remove = function(key) {
    if (key === "__proto__") {
        this.hasSpecialProto = false;
        this.specialProto = undefined;
    } else {
        delete this.elements[key];
    }
};
```

Эта реализация гарантирует нормальную работу независимо от того, как среда обрабатывает свойство `__proto__`, поскольку она вообще исключает какие-либо действия со свойствами с таким именем:

```
var dict = new Dict();
dict.has("__proto__"); // false
```

УЗЕЛКИ НА ПАМЯТЬ

- ❖ Чтобы справиться с прототипным загрязнением, используйте метод `hasOwnProperty`.
- ❖ Чтобы защитить метод `hasOwnProperty` от переписывания, используйте лексическую область видимости и метод `call`.
- ❖ Присмотритесь к возможности реализации операций словаря в классе, инкапсулирующем эталонные проверки с применением метода `hasOwnProperty`.
- ❖ Для защиты от использования слова «`__proto__`» в качестве ключа задействуйте класс словаря.

46

ОТДАВАЙТЕ ПРЕДПОЧТЕНИЕ МАССИВАМ, А НЕ СЛОВАРЯМ ПРИ РАБОТЕ С УПОРЯДОЧЕННЫМИ КОЛЛЕКЦИЯМИ

В интуитивном понимании JavaScript-объект является неупорядоченной коллекцией свойств. Механизмы получения и назначения различных свойств должны работать в любом порядке, производя одинаковые результаты и приблизительно с одинаковой эффективностью. Стандарт ECMAScript не определяет какой-либо определенный порядок хранения свойств и вообще ничего не говорит по поводу перечисления.

Но вот в чем загвоздка: цикл `for...in` при перечислении свойств объекта должен придерживаться *какого-то* порядка. А так как стандарт дает JavaScript-движкам полную свободу в этом отношении, их выбор может тем или иным образом вмешаться в функционирование вашей программы. Широко распространенной ошибкой является представление API-интерфейса, требующего такого представления объектов, как упорядоченное отражение строк на значения, например, для создания упорядоченного отчета:

```

function report(highScores) {
  var result = "";
  var i = 1;
  for (var name in highScores) { // непредсказуемый
    // порядок
    result += i + ". " + name + ": " +
      highScores[name] + "\n";
    i++;
  }
  return result;
}

report([{"name: "Hank", points: 1110100 },
       {"name: "Steve", points: 1064500 },
       {"name: "Billy", points: 1050200 }]);
// ?

```

Поскольку разные среды могут выбирать порядок хранения и перечисления свойств объекта, эта функция может выдавать разные строки, потенциально путая «наивысшие результаты» в отчете.

Следует помнить, что столь очевидная зависимость программы от порядка перечисления свойств объекта проявляется не всегда. Если программа не протестирована в нескольких JavaScript-средах, вы можете даже не заметить, когда ее функционирование изменится из-за определенно-го порядка следования свойств в цикле `for...in`.

Если наличие определенного порядка следования записей в структуре данных — это то, что вам нужно, то вместо словарей лучше использовать массивы. Показанная ранее функция `report` работает абсолютно предсказуемо в любой JavaScript-среде, если ее API-интерфейс ожидает не один объект, а массив объектов:

```

function report(highScores) {
  var result = "";
  for (var i = 0, n = highScores.length; i < n; i++)
  {
    var score = highScores[i];

```



```

        result += (i + 1) + ". " +
                   score.name + ": " +
                   score.points + "\n";
    }
    return result;
}

report([ { name: "Hank", points: 1110100 },
         { name: "Steve", points: 1064500 },
         { name: "Billy", points: 1050200 } ]);
// "1. Hank: 1110100\n2. Steve: 1064500\n3.
// Billy: 1050200\n"

```

Принимая массив объектов, каждый из которых состоит из свойств `name` и `points`, эта версия предсказуемо осуществляет последовательный перебор элементов в определенном порядке: от 0 до `highScores.length - 1`.

Богатым источником едва уловимых зависимостей упорядочения является арифметика чисел с плавающей точкой. Рассмотрим словарь фильмов, в котором названия отображаются на показатели рейтинга:

```

var ratings = {
  "Good Will Hunting": 0.8,
  "Mystic River": 0.7,
  "21": 0.6,
  "Doubt": 0.9
};

```

Как показано в теме 2, округление чисел с плавающей точкой может привести к тонким зависимостям в порядке проведения операций. В сочетании с неопределенным порядком перечисления это может привести к непредсказуемым циклам:

```

var total = 0, count = 0;
for (var key in ratings) { // непредсказуемый порядок
  total += ratings[key];
  count++;
}

```

```
total /= count;  
total; // ?
```

Оказывается, популярные JavaScript-среды выполняют этот цикл в разном порядке. Например, некоторые среды перечисляют ключи объектов в том порядке, в котором они добавлялись к объекту, фактически выполняя следующее вычисление:

```
(0.8 + 0.7 + 0.6 + 0.9) / 4      // 0.75
```

Другие среды всегда сначала перечисляют потенциальные индексы массива, а потом уже все остальные ключи. Поскольку название фильма «21» выглядит как индекс массива, при перечислении оно учитывается первым, в результате получается следующее:

```
(0.6 + 0.8 + 0.7 + 0.9) / 4      // 0.7499999999999999
```

В этом случае лучше использовать в словаре целочисленные значения, поскольку целочисленное сложение может выполняться в любом порядке. Тогда чувствительные операции деления выполняются только в самом конце — обязательно после завершения цикла:

```
(8 + 7 + 6 + 9) / 4 / 10      // 0.75  
(6 + 8 + 7 + 9) / 4 / 10      // 0.75
```

В общем, при выполнении цикла `for...in` нужно всегда заботиться о том, чтобы операции вели себя одинаково независимо от порядка их выполнения.

УЗЕЛКИ НА ПАМЯТЬ

- ◆ Не полагайтесь на порядок перечисления свойств объектов в циклах `for...in`.
- ◆ При выводе суммы данных в словаре обеспечьте независимость операций вывода суммы от порядка следования записей.
- ◆ Для упорядоченных коллекций вместо словарей используйте массивы.

47

НЕ ДОБАВЛЯЙТЕ ПЕРЕЧИСЛЯЕМЫЕ СВОЙСТВА К OBJECT.PROTOTYPE

Цикл `for...in` очень удобен, но, как было показано в теме 43, он уязвим для прототипного загрязнения. Сейчас цикл `for...in` чаще всего применяют для перечисления элементов словаря. Из этого следует неизбежный вывод: если вы хотите задействовать цикл `for...in` в объектах словаря, никогда не добавляйте к совместно используемому прототипу `Object.prototype` перечисляемые свойства.

Это правило может стать источником больших разочарований: что может быть более эффективным, чем добавление к `Object.prototype` удобных методов, которые тут же могут совместно использоваться всеми объектами? Например, что получится, если добавить метод `allKeys`, создающий массив имен свойств объекта?

```
Object.prototype.allKeys = function() {
    var result = [];
    for (var key in this) {
        result.push(key);
    }
    return result;
};
```

К сожалению, этот метод загрязняет даже собственный результат:

```
({ a: 1, b: 2, c: 3 }).allKeys(); // ["allKeys", "a",
                                //   "b", "c"]
```

Конечно, всегда можно усовершенствовать наш метод `allKeys`, чтобы он игнорировал свойства `Object.prototype`. Но со свободой приходит и ответственность, и наши действия над часто используемым другими объектом-прототипом окажут влияние на всех, кто применяет этот объект. Простым добавлением всего лишь одного свойства к `Object.prototype` мы заставляем *всех и всегда* защищать свои циклы `for...in`.

Немного менее удобным, но зато более подходящим для совместного использования объектов способом является определение `allKeys` в качестве функции, а не метода:

```
function allKeys(obj) {  
    var result = [];  
    for (var key in obj) {  
        result.push(key);  
    }  
    return result;  
}
```

Однако если добавлять свойства к `Object.prototype` все же нужно, ES5 предоставляет механизм, более подходящий в плане совместного использования. Метод `Object.defineProperty` дает возможность определить свойство объекта одновременно с метаданными, касающимися *атрибутов* свойств. Например, мы можем определить показанное ранее свойство точно так же, как и раньше, но сделать его невидимым для цикла `for...in`, установив его атрибут `enumerable` в `false`:

```
Object.defineProperty(Object.prototype, "allKeys", {  
    value: function() {  
        var result = [];  
        for (var key in this) {  
            result.push(key);  
        }  
        return result;  
    },  
    writable: true,  
    enumerable: false,  
    configurable: true  
});
```

Правда, этот код этой версии получился более длинным, но зато он имеет существенное преимущество, которое заключается в том, что он не загрязняет каждый следующий цикл `for...in` каждого следующего экземпляра `Object`.

Нужно отметить, что эту технологию стоит применять и для других объектов. Чтобы добавить свойство, которое

не должно появляться в циклах `for...in`, метод `Object.defineProperty` реально поможет.

УЗЕЛКИ НА ПАМЯТЬ

- ◆ Избегайте добавления свойств к `Object.prototype`.
- ◆ Вместо добавления метода к `Object.prototype` подумайте о возможности написания функции.
- ◆ Если вам все же приходится добавлять свойства к `Object.prototype`, то для определения этих свойств в качестве недоступных для перечисления воспользуйтесь предусмотренным в ES5 методом `Object.defineProperty`.

48

ИЗБЕГАЙТЕ МОДИФИКАЦИИ ОБЪЕКТА В ХОДЕ ПЕРЕЧИСЛЕНИЯ

У социальной сети есть коллектив участников, и у каждого участника есть зарегистрированный список друзей:

```
function Member(name) {  
    this.name = name;  
    this.friends = [];  
}  
  
var a = new Member("Alice"),  
    b = new Member("Bob"),  
    c = new Member("Carol"),  
    d = new Member("Dieter"),  
    e = new Member("Eli"),  
    f = new Member("Fatima");  
  
a.friends.push(b);  
b.friends.push(c);  
c.friends.push(e);  
d.friends.push(b);  
e.friends.push(d, f);
```

Поиск в этой сети означает необходимость прохода по графу социальной сети (рис. 5.1). Подобный поиск часто

реализуется с помощью рабочего набора, который начинается с одного корневого узла, к нему добавляются узлы по мере их обнаружения и из него удаляются узлы по мере их посещения. Может появиться соблазн попытаться реализовать этот подход с помощью одного цикла `for...in`:

```
Member.prototype.inNetwork = function(other) {
    var visited = {};
    var workset = {};

    workset[this.name] = this;

    for (var name in workset) {
        var member = workset[name];
        delete workset[name]; // изменение при
                               // перечислении
        if (name in visited) { // предотвращение
                               // повторного
                               // учета участников
            continue;
        }
        visited[name] = member;
        if (member === other) { // найден?
            return true;
        }
        member.friends.forEach(function(friend) {
            workset[friend.name] = friend;
        });
    }
    return false;
};
```

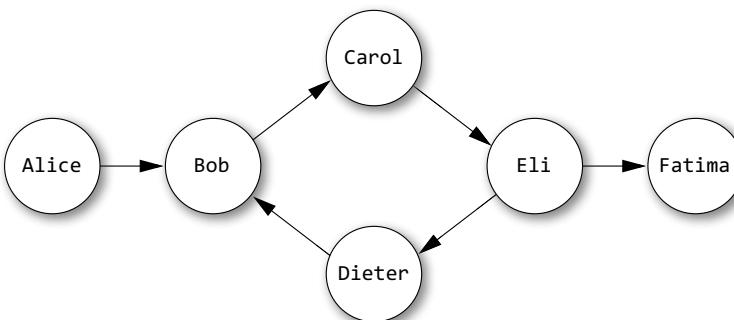


Рис. 5.1. Граф социальной сети

К сожалению, во многих JavaScript-средах этот код вообще не работает:

```
a.inNetwork(f); // false
```

Что происходит? Оказывается, от цикла `for...in` не требуется отслеживать изменения, происходящие в объекте, свойства которого перечисляются. Получается, что стандарт ECMAScript оставил для различных JavaScript-сред лазейку, позволяющую им вести себя по-разному в отношении параллельно вносимых изменений. В частности, в стандарте есть такое положение.

Если в процессе перечисления свойств объекта к нему добавляются новые свойства, то учет только что добавленных к объекту свойств в процессе данного перечисления не гарантируется.

Из этого положения можно сделать практический вывод: мы не можем полагаться, что циклы `for...in` будут вести себя предсказуемо при внесении изменений в перечисляемые в данный момент объекты.

Давайте еще раз попробуем пройти по графу, на этот раз мы будем самостоятельно управлять циклом. Раз уж мы этим занялись, то для предотвращения прототипного загрязнения нужно воспользоваться нашей словарной абстракцией. Мы можем поместить словарь в класс `WorkSet`, отслеживающий текущее количество элементов в наборе:

```
function WorkSet() {
    this.entries = new Dict();
    this.count = 0;
}

WorkSet.prototype.isEmpty = function() {
    return this.count === 0;
};

WorkSet.prototype.add = function(key, val) {
    if (this.entries.has(key)) {
        return;
    }
}
```

```

    this.entries.set(key, val);
    this.count++;
};

WorkSet.prototype.get = function(key) {
    return this.entries.get(key);
};

WorkSet.prototype.remove = function(key) {
    if (!this.entries.has(key)) {
        return;
    }
    this.entries.remove(key);
    this.count--;
};

```

Чтобы выбрать произвольный элемент набора, нам нужен новый метод для класса Dict:

```

Dict.prototype.pick = function() {
    for (var key in this.elements) {
        if (this.has(key)) {
            return key;
        }
    }
    throw new Error("пустой словарь");
};

WorkSet.prototype.pick = function() {
    return this.entries.pick();
};

```

Теперь мы можем реализовать метод `inNetwork` с помощью простого цикла `while`, выбирая поочередно произвольные элементы и удаляя их из рабочего набора:

```

Member.prototype.inNetwork = function(other) {
    var visited = {};
    var workset = new WorkSet();
    workset.add(this.name, this);
    while (!workset.isEmpty()) {
        var name = workset.pick();
        var member = workset.get(name);
        workset.remove(name);

```



```

        if (name in visited) {
            // предотвращение повторного учета участников
            continue;
        }
        visited[name] = member;
        if (member === other) { // найден?
            return true;
        }
        member.friends.forEach(function(friend) {
            workset.add(friend.name, friend);
        });
    }
    return false;
};

```

Метод `pick` является примером *недетерминированности*, когда единый, предсказуемый результат операции не гарантируется семантикой языка. Эта недетерминированность обуславливается тем, что цикл `for...in` может в различных JavaScript-средах (или даже при разных проходах в рамках одной среды) поддерживать разный порядок перечисления. Иметь дело с недетерминированностью весьма непросто, поскольку она вносит элемент непредсказуемости. Тесты, успешно проходящие на одной платформе, могут не проходить на других plataформах или даже периодически не проходить на той же самой платформе.

Некоторые источники недетерминированности обойти невозможно. Предполагается, что непредсказуемые результаты выдает генератор случайных чисел; разные результаты всегда получают при проверке текущих даты и времени; реакция на пользовательские действия, такие как щелчки мышью или нажатия клавиш, зависит от того, кто именно является пользователем. Тем не менее неплохо было бы точно знать, в каких частях программы имеется однозначно ожидаемый результат, а в каких этот результат может варьироваться.

По этим причинам стоит рассмотреть детерминированную альтернативу алгоритму рабочего набора — алгоритм рабочего списка. Благодаря сохранению рабочих элементов в массиве, а не в наборе метод `inNetwork` всегда обходит список в одном и том порядке:

```
Member.prototype.inNetwork = function(other) {  
    var visited = {};  
    var worklist = [this];  
    while (worklist.length > 0) {  
        var member = worklist.pop();  
        if (member.name in visited) {  
            // предотвращение повторного учета  
            continue;  
        }  
        visited[member.name] = member;  
        if (member === other) {           // найден?  
            return true;  
        }  
        member.friends.forEach(function(friend) {  
            worklist.push(friend);  
        // добавление к рабочему списку  
        });  
    }  
    return false;  
};
```

В этой версии `inNetwork` добавление и удаление рабочих элементов происходит детерминировано. Поскольку метод для связанных участников независимо от того пути, на котором они были найдены, всегда возвращает `true`, конечный результат получается одинаковым. Но это может не касаться других методов, которые вам потребуется писать, например разновидности метода `inNetwork`, показывающего найденный по графу фактический путь от участника к участнику.

УЗЕЛКИ НА ПАМЯТЬ

- ◆ Постарайтесь не вносить изменений в объект при перечислении его свойств с помощью цикла `for...in`.
- ◆ При переборе свойств объекта, содержимое которого может меняться в ходе выполнения цикла, вместо цикла `for...in` используйте цикл `while` или классический цикл `for`.
- ◆ Чтобы обеспечить предсказуемость перечисления изменяемой структуры данных, подумайте об использовании вместо объекта-словаря такой последовательной структуры данных, как, например, массив.

49

ПРИ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОМ ПЕРЕБОРЕ ЭЛЕМЕНТОВ МАССИВА ОТДАВАЙТЕ ПРЕДПОЧТЕНИЕ ЦИКЛУ FOR, А НЕ ЦИКЛУ FOR...IN

Каким будет значение средней величины (`mean`) в этом коде:

```
var scores = [98, 74, 85, 77, 93, 100, 89];
var total = 0;
for (var score in scores) {
    total += score;
}
var mean = total / scores.length;
mean; // ?
```

Заметили ошибку? Если вы скажете, что ответ 88, значит, вы разобрались в назначении программы, но не разобрались в реальном результате ее работы. В этой программе допущена весьма распространенная ошибка: в числовом массиве имеет место путаница *ключей* и *значений*. Цикл `for...in` всегда перечисляет ключи.

Вероятно, следующей догадкой должен быть такой ход вычислений:

$$(0 + 1 + \dots + 6) / 7 = 21$$

Однако это предположение тоже неправильно. Вспомним, что ключи свойств объектов всегда являются строками, даже индексированные свойства массива. Поэтому операция `+=` в конечном итоге дает объединение строк, что выражается в непредусмотренном значении переменной `total`, равном "00123456". А каков тогда конечный результат? Совершенно неожиданно переменная `mean` получает значение 17636.571428571428.

Правильный перебор содержимого массива подразумевает использование классического цикла `for`:

```
var scores = [98, 74, 85, 77, 93, 100, 89];
var total = 0;
for (var i = 0, n = scores.length; i < n; i++) {
```

49. При последовательном переборе элементов массива используйте `for`

```
total += scores[i];
}
var mean = total / scores.length;
mean; // 88
```

Такой подход гарантирует, что когда это нужно, вы работаете с целочисленными индексами, а когда нужно — со значениями элементов массива, и вы никогда не перепутаете их друг с другом и не инициируете нежданную операцию приведения типа данных к строкам. Кроме того, он гарантирует правильный порядок перебора элементов и невозможность случайного подключения нецелочисленных свойств, хранящиеся в объекте-массиве или в его цепочке прототипов.

Обратите внимание на переменную длину массива `n` в показанном цикле `for`. Если тело цикла не вносит изменений в массив, то поведение цикла идентично просто повторному вычислению длины массива при каждой итерации:

```
for (var i = 0; i < scores.length; i++) { ... }
```

И все же, у вычисления длины массива непосредственно перед циклом есть несколько небольших преимуществ. В первую очередь, даже оптимизированные JavaScript-компиляторы порой затрудняются определить, безопасен ли отказ от повторного вычисления `scores.length`. Однако важнее всего то, что читателям кода сообщается, что условия прекращения цикла просты и неизменны.

УЗЕЛКИ НА ПАМЯТЬ

- ❖ Для последовательного перебора индексированных свойств массива всегда используйте цикл `for`, а не цикл `for...in`.
- ❖ Подумайте о сохранении свойства длины массива в локальной переменной до начала цикла, чтобы избежать повторного вычисления в ходе поиска значения свойства.

50

ПРИ РАБОТЕ С ЦИКЛАМИ ОТДАВАЙТЕ ПРЕДПОЧТЕНИЕ ИТЕРАЦИОННЫМ МЕТОДАМ

Хорошие программисты не любят писать один и тот же код дважды. Копирование и вставка шаблонных фрагментов кода приводят к дублированию ошибок, усложняют внесение изменений в программу, засоряют программы повторяющимися шаблонами и не оставляют программистам ничего иного, как бесконечно заново изобретать колесо. Наверное, хуже всего то, что дублирование повышает шансы читателя программы проглядеть несущественные отличия одних экземпляров шаблона от других.

Поддерживаемые в JavaScript циклы `for` обладают достаточно краткой формой записи и, конечно же, знакомы по многим другим языкам, таким как C, Java и C#, но они при весьма незначительном изменении синтаксиса ведут себя совершенно по-разному. Источником некоторых наиболее известных ошибок программирования являются простые просчеты в определении условий прекращения цикла:

```
for (var i = 0; i <= n; i++) { ... }
// лишняя завершающая итерация
for (var i = 1; i < n; i++) { ... }
// потеря первой итерации
for (var i = n; i >= 0; i--) { ... }
// лишняя начальная итерация
for (var i = n - 1; i > 0; i--) { ... }
// потеря последней итерации
```

Суть заключается в следующем: камнем преткновения является определение условий прекращения цикла. Разбираться в них скучно, да и к тому же в них кроется слишком много возможностей запутать ситуацию.

К счастью, в JavaScript для таких шаблонов удобным и весьма выразительным средством создания итерационных абстракций, которые избавляют нас от копирования и вставок заголовков цикла, являются замыкания (см. тему 11).

ES5 предлагает стандартные методы для некоторых наиболее распространенных шаблонов. Самым простым из них является метод `Array.prototype.forEach`. Взгляните на этот код:

```
for (var i = 0, n = players.length; i < n; i++) {  
    players[i].score++;  
}
```

Вместо него можно написать:

```
players.forEach(function(p) {  
    p.score++;  
});
```

Этот код не только короче и понятнее, он также исключает использование условий прекращения цикла и вообще ничем не напоминает об индексах массива.

Еще одним широко используемым программным шаблоном является код создания нового массива путем какой-нибудь обработки каждого элемента другого массива. Это можно сделать с помощью цикла:

```
var trimmed = [];  
for (var i = 0, n = input.length; i < n; i++) {  
    trimmed.push(input[i].trim());  
}
```

Кроме того, то же самое можно сделать с помощью метода `forEach`:

```
var trimmed = [];  
input.forEach(function(s) {  
    trimmed.push(s.trim());  
});
```

Этот шаблон создания нового массива из уже существующего настолько распространен, что в ES5 был предложен метод `Array.prototype.map`, позволяющий решить задачу проще и элегантнее:

```
var trimmed = input.map(function(s) {
    return s.trim();
});
```

Следующим широко распространенным шаблоном является код вычисления нового массива, содержащего только некоторые элементы существующего массива. Метод `Array.prototype.filter` существенно упрощает решение этой задачи: он принимает *предикат* — функцию, возвращающую истинное значение, если элемент должен попасть в новый массив, и ложное значение, если элемент должен быть отброшен. Например, мы можем извлечь из прайс-листа только те позиции, которые соответствуют конкретному диапазону цен:

```
listings.filter(function(listing) {
    return listing.price >= min && listing.price <= max;
});
```

Разумеется, это всего лишь методы, доступные по умолчанию в ES5. Ничто не мешает нам определить собственные абстракции итераций. Например, шаблон, который иногда приходится применять, заключается в извлечении самого длинного префикса массива, удовлетворяющего предикату:

```
function takeWhile(a, pred) {
    var result = [];
    for (var i = 0, n = a.length; i < n; i++) {
        if (!pred(a[i], i)) {
            break;
        }
        result[i] = a[i];
    }
    return result;
}

var prefix = takeWhile([1, 2, 4, 8, 16, 32],
    function(n) {
        return n < 10;
}); // [1, 2, 4, 8]
```

Обратите внимание на то, что мы передаем функции `pred` индекс массива `i`, который она может по своему выбору использовать или игнорировать. Фактически, все функции перебора в стандартной библиотеке, включая `forEach`, `map` и `filter`, передают предоставленной пользователем функции индекс массива.

Мы можем также определить функцию `takeWhile` как метод, добавив ее код к `Array.prototype` (последствия обезьяньей правки таких стандартных прототипов, как `Array.prototype`, рассмотрены в теме 42):

```
Array.prototype.takeWhile = function(pred) {  
    var result = [];  
    for (var i = 0, n = this.length; i < n; i++) {  
        if (!pred(this[i], i)) {  
            break;  
        }  
        result[i] = this[i];  
    }  
    return result;  
};  
  
var prefix = [1, 2, 4, 8, 16, 32].  
takeWhile(function(n) {  
    return n < 10;  
}); // [1, 2, 4, 8]
```

Но есть одно обстоятельство, дающее преимущество циклам перед функциями перебора, — поддержание аварийных операций управления ходом программы, таких как `break` и `continue`. Например, было бы весьма затруднительно попытаться реализовать `takeWhile`, используя метод `forEach`:

```
function takeWhile(a, pred) {  
    var result = [];  
    a.forEach(function(x, i) {  
        if (!pred(x)) {  
            // ?  
        }  
        result[i] = x;  
    })
```



```

    });
    return result;
}

```

Чтобы добиться преждевременного прекращения цикла, можно воспользоваться внутренним исключением, но это было бы неуклюжим и, скорее всего, неэффективным решением:

```

function takeWhile(a, pred) {
    var result = [];
    var earlyExit = {}; // сигнал для прекращения
                        // цикла – уникальное значение
    try {
        a.forEach(function(x, i) {
            if (!pred(x)) {
                throw earlyExit;
            }
            result[i] = x;
        });
    } catch (e) {
        if (e !== earlyExit) { // перехватывает только
                            // earlyExit
            throw e;
        }
    }
    return result;
}

```

Если абстракция начинает превышать по объему заменяемый ею код, это явный признак того, что лекарство хуже болезни. Вместо этого в качестве циклов с возможностью преждевременного завершения могут использоваться предусмотренные в стандарте ES5 методы `some` и `every` массива. Возможно, эти методы не создавались именно с этой целью, поскольку они описываются как предикаты, многократно применяющие предикатную функцию обратного вызова к каждому элементу массива. Точнее, метод `some` возвращает булево значение, показывающее, вернула

50. При работе с циклами отдавайте предпочтение итерационным методам

ли его функция обратного вызова истинное значение для одного из элементов массива:

```
[1, 10, 100].some(function(x) { return x > 5; });
// true
[1, 10, 100].some(function(x) { return x < 0; });
// false
```

Аналогично этому, метод **every** возвращает булево значение, показывающее, вернула ли его функция обратного вызова истинное значение для всех элементов:

```
[1, 2, 3, 4, 5].every(function(x) { return x > 0; });
// true
[1, 2, 3, 4, 5].every(function(x) { return x < 3; });
// false
```

Оба метода являются *короткозамкнутыми*: как только функция обратного вызова для **some** возвращает истинное значение, метод **some** возвращает управление, не проводя дальнейшую обработку элементов; аналогично этому, метод **every** немедленно возвращает управление, если его функция обратного вызова возвращает ложное значение.

Такое поведение делает эти методы пригодными в качестве вариаций метода **forEach**, способного прекращать свою работу на более ранней стадии. Например, для реализации **takeWhile** можно воспользоваться методом **every**:

```
function takeWhile(a, pred) {
  var result = [];
  a.every(function(x, i) {
    if (!pred(x)) {
      return false; // прервать
    }
    result[i] = x;
    return true;    // продолжить
  });
  return result;
}
```

УЗЕЛКИ НА ПАМЯТЬ

- Чтобы код лучше читался и не содержал дублированной логики управления циклами, используйте вместо циклов `for` такие итерационные методы, как `Array.prototype.forEach` и `Array.prototype.map`.
- Для создания абстракций широко распространенных шаблонов, не предоставляемых стандартной библиотекой, используйте собственные специализированные итерационные функции.
- В тех случаях, когда требуется преждевременный выход из цикла, можно обратиться к традиционным циклам или же воспользоваться методами `some` и `every`.

51

ПОВТОРНО ИСПОЛЬЗУЙТЕ ОБОБЩЕННЫЕ МЕТОДЫ ПРОТОТИПА ARRAY ДЛЯ ОБЪЕКТОВ, ПОХОЖИХ НА МАССИВЫ

Стандартные методы `Array.prototype` разработаны с учетом возможности их повторного использования в качестве методов других объектов, даже тех, которые не наследуются от объекта `Array`. Как оказалось, в JavaScript немало таких, похожих на массивы объекты.

Хорошим примером может служить объект аргументов функции, рассмотренный в теме 22. К сожалению, объект аргументов не наследуется от `Array.prototype`, поэтому мы не можем просто вызвать `arguments.forEach` для последовательного перебора каждого аргумента. Вместо этого приходится извлекать ссылку на объект метода `forEach` и использовать его метод `call` (см. тему 20):

```
function highlight() {
    [].forEach.call(arguments, function(widget) {
        widget.setBackground("yellow");
    });
}
```

Метод `forEach` является объектом типа `Function`, а значит, он наследует от `Function.prototype` метод `call`. Это позволяет нам вызывать `forEach` с заданным значением для его внутренней связи `this` (в нашем случае с объектом `arguments`), за которым следует любое количество аргументов (в нашем случае это единственная функция обратного вызова). Иными словами, этот код ведет себя так, как нам нужно.

Еще одним экземпляром похожего на массив объекта, относящегося к веб-платформе, является имеющийся в модели DOM класс `NodeList`. Такие операции, как получение элемента по имени тега (`document.getElementsByTagName`), запрашивающие узлы у веб-страницы, создают результат в виде `NodeLists`. Как и объект `arguments`, `NodeList` ведет себя как массив, но не наследуется от `Array.prototype`.

Так что же на самом деле делает объект «похожим на массив»? Основное отличие от объекта-массива укладывается в два простых правила:

- В объекте есть целочисленное свойство `length` (длина) в диапазоне $0 \dots 2^{32} - 1$.
- Свойство `length` больше самого большого *индекса* объекта. Индекс является целым числом в диапазоне $0 \dots 2^{32} - 2$, чье строковое представление является *ключевым* свойством объекта.

И это вся функциональность, которую нужно реализовать в объекте для его совместимости с любыми методами `Array.prototype`. Для создания объекта, похожего на массив, может быть использован даже простой литерал объекта:

```
var arrayLike = { 0: "a", 1: "b", 2: "c", length: 3 };
var result = Array.prototype.map.call(arrayLike,
  function(s) {
    return s.toUpperCase();
}); // ["A", "B", "C"]
```

Строки также ведут себя как неизменяемые массивы, поскольку они могут быть проиндексированы и их длина

может быть доступна как свойство `length`. Следовательно, те методы `Array.prototype`, которые не изменяют свой массив, работают и со строками:

```
var result = Array.prototype.map.call("abc",
  function(s) {
    return s.toUpperCase();
}); // ["A", "B", "C"]
```

Теперь полностью имитировать функциональность JavaScript-массивов стало еще сложнее из-за двух дополнительных аспектов этой функциональности:

- Задание для свойства `length` значения меньше n автоматически удаляет любые свойства с индексом, большим или равным n .
- Добавление свойства с индексом n , который больше или равен значению свойства `length`, автоматически устанавливает значение свойства `length` равным $n + 1$.

Особенно трудно выполнить второе из этих правил, поскольку для этого требуется отслеживать добавление индексированных свойств с целью автоматического обновления свойства `length`. К счастью, ни одно из этих двух правил не является необходимым к соблюдению для того, чтобы использовать методы `Array.prototype`, поскольку все эти методы принудительно обновляют свойство `length` при добавлении или удалении индексированных свойств.

Есть только один метод объекта `Array`, не являющийся полностью обобщенным, — это метод объединения массивов `concat`. Он может быть вызван в отношении любого получателя, похожего на массив, но он проверяет свойство `[[Class]]` своих аргументов. Если аргументы являются настоящими массивами, их контент объединяется в результат, в противном случае аргумент добавляется как единый элемент. Это означает, к примеру, что мы не можем просто объединить массив с контентом объекта `arguments`:

```
function namesColumn() {
  return ["Names"].concat(arguments);
}
```

```
namesColumn("Alice", "Bob", "Chris");
// ["Names", { 0: "Alice", 1: "Bob", 2: "Chris" }]
```

Чтобы заставить метод `concat` трактовать объекты, похожие на массивы, как настоящие массивы, нам нужно преобразовать эти объекты самостоятельно. Популярной и лаконичной идиомой для этого является вызов метода `slice` для объекта, похожего на массив:

```
function namesColumn() {
  return ["Names"].concat([].slice.call(arguments));
}
namesColumn("Alice", "Bob", "Chris");
// ["Names", "Alice", "Bob", "Chris"]
```

УЗЕЛКИ НА ПАМЯТЬ

- ◆ Применяйте обобщенные методы объекта `Array` с похожими на массивы объектами, получая объекты методов и используя их метод `call`.
- ◆ С обобщенными методами объекта `Array` могут использоваться любые объекты, если у них есть индексированные свойства и соответствующее свойство `length`.

52

ОТДАВАЙТЕ ПРЕДПОЧТЕНИЕ ЛИТЕРАЛАМ МАССИВОВ, А НЕ КОНСТРУКТОРУ ARRAY

Своей элегантностью язык JavaScript обязан многочисленным примерам краткого литерального синтаксиса для наиболее часто создаваемых программных блоков: объектов, функций и массивов. Литерал является весьма привлекательным средством задания массива:

```
var a = [1, 2, 3, 4, 5];
```

Вместо литерала воспользуйтесь конструктором `Array`:

```
var a = new Array(1, 2, 3, 4, 5);
```

Даже если отложить в сторону эстетические аспекты, оказывается, для конструктора `Array` характерны некоторые весьма коварные проблемы. Например, вы должны быть уверены, что никто не осуществил повторное связывание переменной `Array`:

```
function f(Array) {  
    return new Array(1, 2, 3, 4, 5);  
}  
f(String); // new String(1)
```

Вы также должны быть уверены, что никто не изменил глобальную переменную `Array`:

```
Array = String;  
new Array(1, 2, 3, 4, 5); // new String(1)
```

Есть еще один особый повод для волнения. Если вы вызовите конструктор `Array` с одним числовым аргументом, он совершил совершенно не то, на что вы рассчитывали: попытается создать массив, не имеющий элементов, но со свойством `length`, равным заданному аргументу. Это означает, что выражения `["hello"]` и `new Array("hello")` делают одно и то же, а выражения `[17]` и `new Array(17)` — совершенно разное! Эти правила запомнить нетрудно, но при использовании литералов массива, имеющих более привычную непротиворечивую семантику, проще написать более понятный код и труднее сделать случайную ошибку.

УЗЕЛКИ НА ПАМЯТЬ

- ◆ Конструктор `Array` ведет себя не так, если его первым аргументом является число.
- ◆ Вместо конструктора `Array` используйте литералы массива.

ГЛАВА 6.

РАЗРАБОТКА

БИБЛИОТЕК И API

Каждый программист когда-либо становится создателем API. Возможно, у вас нет ближайших планов по разработке очередной популярной JavaScript-библиотеки, но когда вы программируете на той или иной платформе достаточно продолжительное время, то волей-неволей создаете код для решения повторяющихся задач и рано или поздно начинаете разрабатывать многократно используемые утилиты и компоненты. Даже если вы не выпускаете их в виде независимых библиотек, развитие навыков создания библиотек поможет вам строить более качественные компоненты.

Разработка библиотек является делом непростым и к тому же чрезвычайно важным, оно больше относится к искусству, чем к науке. API — это базовая лексика программиста. Качественно разработанный API-интерфейс позволяет пользователям вашего кода (и в том числе, возможно, вам самому!) писать свои программы четко, лаконично и недвусмысленно.

53

ПРИДЕРЖИВАЙТЕСЬ НЕИЗМЕННЫХ СОГЛАШЕНИЙ

Вряд ли есть решения, которые влияют на потребителей API серьезней, чем соглашения, используемые вами для

записи имен и сигнатур функций. Значение этих соглашений трудно переоценить: они устанавливают базовую лексику и идиомы для тех приложений, которые их употребляют. Пользователи вашей библиотеки должны научиться читать и писать, применяя эти идиомы, и вашей задачей является максимально упростить процесс обучения. Непоследовательность мешает запомнить то, какие соглашения в каких ситуациях нужно применять, что приводит к более существенным затратам времени на изучение документации к вашей библиотеке, оставляя меньше времени на реальную работу.

Одним из ключевых соглашений является порядок следования аргументов. Например, в библиотеках пользовательских интерфейсов обычно имеются функции, принимающие несколько таких величин, как ширина и высота. Окажите своим пользователям любезность и гарантируйте им, что эти аргументы всегда будут следовать в одном и том же порядке. И лучше всего выбрать тот порядок, который согласуется с порядком, принятым в других библиотеках — почти во всех библиотеках сначала получают ширину, а затем высоту:

```
var widget = new Widget(320, 240); // ширина: 320,  
                           // высота: 240
```

Пока у вас не будет по-настоящему веских причин отступления от устоявшейся практики, придерживайтесь привычных правил. Если ваша библиотека предназначена для веб-программирования, следует помнить, что веб-разработчики постоянно работают с несколькими языками (*как минимум*, это HTML, CSS и JavaScript). Не усложняйте их и так непростую жизнь ненужными отступлениями от привычных для них соглашений, которыми они, возможно, пользуются в своей рабочей практике. Например, когда CSS-код получает параметры, описывающие четыре стороны прямоугольника, он требует их указания по часовой стрелке, начиная с самой верхней точки (сверху, справа, снизу, слева). Поэтому при написании библиотеки с аналогичным API-интерфейсом нужно придерживаться этого порядка. Ваши пользователи будут вам за это благодарны.

И даже если они этого не заметят, тем лучше! Но будьте уверены, любые отклонения от стандартных соглашений они обязательно заметят.

Если в вашем API-интерфейсе используются объекты параметров (см. тему 55), то можно не беспокоиться о порядке следования аргументов. Для таких стандартных вариантов, как значения ширины-высоты, нужно неизменно придерживаться соглашения об именах. Если одни сигнатуры ваших функций выглядят как `width` и `height`, а другие — как `w` и `h`, вашим пользователям при применении библиотеки придется постоянно заглядывать в документацию, чтобы запомнить, где какой вариант задействован. По аналогии с этим, если ваш класс `Widget` содержит методы для установки свойств, нужно обеспечить, чтобы в этих методах использовалось точно такое же соглашение об именах. Трудно будет оправдать наличие в одном классе метода `setWidth`, а в другом метода с аналогичным назначением, но по имени `width`.

Каждая хорошая библиотека нуждается в подробной документации, но для очень хорошей библиотеки документация чем-то сродни съемных поддерживающих колес для детского велосипеда. Как только пользователи привыкнут к принятым в вашей библиотеке соглашениям, они смогут решать наиболее распространенные задачи, не заглядывая в документацию. Неизменные соглашения могут помочь пользователям догадаться, какие свойства или методы доступны, даже не просматривая их полный перечень или обнаружив их на консоли, догадаться об их функциональности по именам.

УЗЕЛКИ НА ПАМЯТЬ

- ◆ Для имен переменных и сигнатур функций используйте неизменные соглашения.
- ◆ Не отступайте от тех соглашений, с которыми ваши пользователи, вероятнее всего, могут столкнуться на применяемой платформе.

54

РАССМАТРИВАЙТЕ ВАРИАНТ UNDEFINED КАК «НЕТ ЗНАЧЕНИЯ»

Значение `undefined` считается специальным: когда JavaScript-среда не может предоставить конкретное значение, она просто возвращает значение `undefined`. Это значение является начальным для тех переменных, которым значение еще не присваивалось:

```
var x;  
x; // undefined
```

При обращении из объектов к несуществующим свойствам также возвращается значение `undefined`:

```
var obj = {};  
obj.x; // undefined
```

К созданию возвращаемого значения `undefined` приводит передача управления без значения или после завершения выполнения тела функции:

```
function f() {  
    return;  
}  
  
function g() { }  
  
f(); // undefined  
g(); // undefined
```

Параметры функции, для которых не были предоставлены фактические аргументы, также имеют значение `undefined`:

```
function f(x) {  
    return x;  
}  
  
f(); // undefined
```

В каждой из этих ситуаций значение `undefined` свидетельствует о том, что операция не привела к появлению

конкретного значения. Хотя, конечно же, в самом существовании значения, означающего «нет значения», есть нечто парадоксальное. Тем не менее в результате любой операции должно что-нибудь получиться, поэтому JavaScript использует значение `undefined` для того, чтобы, так сказать, заполнить пустоту. Трактовка варианта `undefined` как отсутствие какого-либо конкретного значения является соглашением, устанавливаемым самим языком. Использование этого значения в других целях — дело рискованное. Например, библиотека элементов пользовательского интерфейса может поддерживать метод `highlight` для изменения фонового цвета элемента:

```
element.highlight();           // использование цвета,  
                             // предлагаемого  
                             // по умолчанию  
element.highlight("yellow"); // использование  
                            // заданного цвета
```

А что если нам захочется предоставить возможность случайного выбора цвета? В качестве специального значения для этой цели можно воспользоваться значением `undefined`:

```
element.highlight(undefined); // использование  
                           // случайного цвета
```

Но это не будет соответствовать обычному значению `undefined`. Довольно просто получить неверное поведение при получении значения из другого источника, в особенности из того, у которого может и не быть предлагаемого значения. Например, в программе может применяться объект конфигурации с необязательным цветовым предпочтением:

```
var config = JSON.parse(preferences);  
// ...  
element.highlight(config.highlightColor);  
// может быть случайным
```

Если в предпочтениях цвет не указан, то программист, скорее всего, будет ожидать цвет, предлагаемый по умол-

чанию, как это бывает, когда значение не предоставлено. Однако меняя предназначение варианта `undefined`, мы фактически заставляем этот код сгенерировать случайный цвет. В более продуманном API-интерфейсе для случайного цвета может использоваться специальное имя:

```
element.highlight("random");
```

Иногда выбор для API специального строкового значения, отличающегося от обычного набора строковых значений, принимаемых функцией, не представляется возможным. Для таких случаев есть специальные значения, отличающиеся от `undefined`, например `null` или `true`. Но, как правило, это не способствует созданию более понятного кода:

```
element.highlight(null);
```

Для читателей вашего кода, не изучивших вашу библиотеку наизусть, этот код ничего не прояснит. Фактически, первое, что можно было бы предположить в отношении данного кода, — это удаление фонового выделения. Более явно выраженным и наглядным вариантом было бы представление для выбора случайного цвета объекта со свойством `random` (дополнительные сведения об объекте параметров даны в теме 55):

```
element.highlight({ random: true });
```

Значения `undefined` нужно также остерегаться при реализации дополнительных аргументов. Теоретически, объект `arguments` (см. тему 51) позволяет обнаружить факт передачи аргумента, но на практике тестирование на значение `undefined` приводит к созданию более надежных API-интерфейсов. Например, веб-сервер может получать дополнительное имя хоста:

```
var s1 = new Server(80, "example.com");
var s2 = new Server(80); // использование по умолчанию
                      "localhost"
```

Конструктор `Server` может быть реализован с тестированием свойства `arguments.length`:

```
function Server(port, hostname) {
    if (arguments.length < 2) {
        hostname = "localhost";
    }
    hostname = String(hostname);
    // ...
}
```

Но у этого кода те же проблемы, что и у показанного ранее метода `element.highlight`. Если программа предоставляет явный аргумент, запрашивая значение из другого источника, такого как объект конфигурации, этот источник может выдать значение `undefined`:

```
var s3 = new Server(80, config.hostname);
```

Если в свойстве `hostname` объекта `config` предпочтаемое имя хоста не указано, вполне естественным поведением будет использование имени `"localhost"`, предлагаемого по умолчанию. Однако предыдущая реализация завершилась именем хоста `"undefined"`. Лучше провести тест на значение `undefined`, которое может появиться из-за пропуска аргумента или из-за предоставления выражения аргумента, возвратившего значение `undefined`:

```
function Server(port, hostname) {
    if (hostname === undefined) {
        hostname = "localhost";
    }
    hostname = String(hostname);
    // ...
}
```

Разумной альтернативой будет проверка истинности `hostname` (см. тему 3). Здесь удобнее применить логические операторы:

```
function Server(port, hostname) {
    hostname = String(hostname || "localhost");
    // ...
}
```

В этой версии используется логический оператор ИЛИ (`||`), который возвращает первый аргумент, если результат истинен, или, в противном случае, возвращает свой второй аргумент. Следовательно, если `hostname` имеет значение `undefined` или представляет собой пустую строку, выражение (`hostname || "localhost"`) в результате дает `"localhost"`. Таким образом, с технической точки зрения это тестирование не только на значение `undefined`, в нем точно так же, как и `undefined`, проверяются и другие ложные значения. Наверное, для `Server` это вполне допустимо, поскольку пустая строка не может быть приемлемым именем хоста. Поэтому если вас устраивает менее строгий API-интерфейс, который приводит все ложные варианты к значению, предлагаемому по умолчанию, тестирование на истинность является довольно кратким способом получения такого значения.

Но будьте осторожны: тест на истинность не всегда безопасен. Если функция в качестве допустимого значения должна принимать пустую строку, тест на истинность вместо пустой строки вернет значение, предлагаемое по умолчанию. Аналогично этому в функции, которая принимает число, нельзя использовать тест на истинность, если она допускает применение в качестве доступного значения нуль (или `NaN`, что встречается значительно реже).

Например, функция для создания элемента пользовательского интерфейса может позволять элементу иметь ширину, равную нулю, но при этом по умолчанию предоставит совершенно другое значение:

```
var c1 = new Element(0, 0); // ширина: 0, высота: 0  
var c2 = new Element();      // ширина: 320, высота: 240
```

В реализации, использующей тест на истинность, могут возникать ошибки:

```
function Element(width, height) {  
    this.width = width || 320;    // неверный тест  
    this.height = height || 240; // неверный тест  
    // ...
```

54. Рассматривайте вариант undefined как «нет значения»

```
}
```

```
var c1 = new Element(0, 0);
```

```
c1.width; // 320
```

```
c1.height; // 240
```

Вместо этого теста для варианта undefined мы вынуждены применить более конкретный тест:

```
function Element(width, height) {  
    this.width = width === undefined ? 320 : width;  
    this.height = height === undefined ? 240 : height;  
    // ...  
}
```

```
var c1 = new Element(0, 0);
```

```
c1.width; // 0
```

```
c1.height; // 0
```

```
var c2 = new Element();
```

```
c2.width; // 320
```

```
c2.height; // 240
```

УЗЕЛКИ НА ПАМЯТЬ

- ◆ Избегайте использовать вариант undefined для чего бы то ни было, кроме обозначения отсутствия конкретного значения.
- ◆ Для представления характерных для приложения флагов вместо значения undefined или null используйте описательные строковые значения или объекты с именованными булевыми свойствами.
- ◆ Чтобы предоставить для параметра значение по умолчанию, вместо проверки значения свойства arguments.length проводите тестирование на наличие значения undefined.
- ◆ Никогда не используйте тест на истинность, чтобы предоставить значение по умолчанию параметру, допускающему в качестве аргументов значение 0, NaN или пустую строку.

55

ПРИМЕНЯЙТЕ ДЛЯ АРГУМЕНТОВ, ТРЕБУЮЩИХ ОПИСАНИЯ, ОБЪЕКТЫ ПАРАМЕТРОВ

Придерживаясь в соответствии с советом из темы 53 постоянных соглашений о порядке следования аргументов, важно помочь программистам запомнить, что в вызове функции означает тот или иной аргумент. Но на большое количество аргументов это правило не распространяется. Попробуйте разобраться со следующим вызовом функции:

```
var alert = new Alert(100, 75, 300, 200,  
                      "Error", message,  
                      "blue", "white", "black",  
                      "error", true);
```

Сталкиваться с подобными API-интерфейсами приходилось каждому из нас.

Зачастую такая ситуация является результатом *разрастания списка аргументов*, когда сначала функция создается простой, но, со временем, по мере того как библиотека расширяет свои функциональные возможности, сигнатура функции приобретает все большее количество аргументов.

К счастью, JavaScript предоставляет весьма простую и понятную идиому, которая хорошо работает в пространных сигнатурках функций — *объект параметров*. Этот объект является отдельным аргументом, предоставляющим дополнительные данные через свои именованные свойства. Форма литерала объекта делает чтение и запись такого объекта намного удобнее:

```
var alert = new Alert({  
    x: 100, y: 75,  
    width: 300, height: 200,  
    title: "Error", message: message,  
    titleColor: "blue", bgColor: "white",  
    textColor: "black",  
    icon: "error", modal: true  
});
```

Этот API-интерфейс немножко более многословен, но зато он гораздо проще читается. Каждый аргумент становится *самодокументированным*: отпадает необходимость со-здавать комментарии, объясняющие его роль, поскольку с этой задачей прекрасно справляется само имя свойства. Это особенно полезно для таких булевых параметров, как модальные: тот, кто читает вызов `new Alert`, может выстроить предположения насчет цели строкового аргумента из его содержимого, в то же время «голое» значение `true` или `false` информативностью не обладает.

Еще одним преимуществом объекта параметров является то, что любые аргументы могут быть необязательными, и вызывающий код может предоставить любой поднабор необязательных аргументов. При работе с обычными аргументами (которые иногда называются *позиционными*, поскольку они доступны не по имени, а по их позиции в списке аргументов) необязательные аргументы могут зачастую создавать неоднозначные ситуации. Например, если мы хотим, чтобы и аргумент `position`, и аргумент `size` объекта `Alert` были необязательными, становится непонятно, как тогда интерпретировать следующий вызов:

```
var alert = new Alert(app,
                      150, 150,
                      "Error", message,
                      "blue", "white", "black",
                      "error", true);
```

Что означают первые два числа, аргументы `x` и `y` или `width` и `height`? При использовании объекта параметров таких вопросов не возникает:

```
var alert = new Alert({
  parent: app,
  width: 150, height: 100,
  title: "Error", message: message,
  titleColor: "blue", bgColor: "white", textColor:
    "black",
  icon: "error", modal: true
});
```

Традиционно объект параметров состоит исключительно из дополнительных аргументов, поэтому можно даже полностью опустить объект:

```
var alert = new Alert(); // использовать все значения
                        // параметров, предлагаемые
                        по умолчанию
```

Если имеется один или два обязательных аргумента, то их лучше держать отдельно от объекта параметров:

```
var alert = new Alert(app, message, {
    width: 150, height: 100,
    title: "Error",
    titleColor: "blue", bgColor: "white",
    textColor: "black",
    icon: "error", modal: true
});
```

Реализация функции, принимающей объект параметров, требует дополнительных усилий. Полная реализация имеет следующий вид:

```
function Alert(parent, message, opts) {
    opts = opts || {}; // по умолчанию используется
                      // пустой объект параметров
    this.width = opts.width === undefined ? 320 :
                  opts.width;
    this.height = opts.height === undefined
                  ? 240
                  : opts.height;
    this.x = opts.x === undefined
                  ? (parent.width / 2) - (this.width / 2)
                  : opts.x;
    this.y = opts.y === undefined
                  ? (parent.height / 2) - (this.height / 2)
                  : opts.y;
    this.title = opts.title || "Alert";
    this.titleColor = opts.titleColor || "gray";
    this.bgColor = opts.bgColor || "white";
    this.textColor = opts.textColor || "black";
```

```

this.icon = opts.icon || "info";
this.modal = !!opts.modal;
this.message = message;
}

```

Реализация начинается с предоставления пустого объекта параметров, предлагаемого по умолчанию, для чего служит оператор `||` (см. тему 54). Числовые аргументы в соответствии с советом из темы 54 тестируются на значение `undefined`, поскольку 0 является приемлемым значением, но не является значением, предлагаемым по умолчанию. Для строковых параметров мы воспользовались логическим оператором ИЛИ, предполагая, что пустая строка не является допустимым значением и должна быть заменена значением, предлагаемым по умолчанию. Параметр `modal` приводит свой аргумент к булевому значению с помощью шаблона двойного отрицания (`!!`).

С позиционными аргументами этот код был бы, конечно, менее многословен. Для библиотеки, если она облегчит жизнь пользователей, такая цена вопроса будет вполне обоснованной. Но мы можем облегчить и собственную жизнь, если воспользуемся удобной абстракцией: объектным *расширением* или *объединяющей* функцией. Во многих библиотеках и JavaScript-средах есть функция `extend`, которая принимает *целевой* и *исходный* объекты и копирует свойства последнего объекта в первый. Одним из наиболее полезных применений этой вспомогательной функции является абстрагирование логики объединения значений, предлагаемых по умолчанию, и значений, предоставленных пользователем для объекта параметров. Благодаря вызову `extend` функция `Alert` выглядит еще понятнее:

```

function Alert(parent, message, opts) {
  opts = extend({
    width: 320,
    height: 240
  });
  opts = extend({
    x: (parent.width / 2) - (opts.width / 2),
    y: (parent.height / 2) - (opts.height / 2),
  });
}

```



```
        title: "Alert",
        titleColor: "gray",
        bgColor: "white",
        textColor: "black",
        icon: "info",
        modal: false
    }, opts);
this.width = opts.width;
this.height = opts.height;
this.x = opts.x;
this.y = opts.y;
this.title = opts.title;
this.titleColor = opts.titleColor;
this.bgColor = opts.bgColor;
this.textColor = opts.textColor;
this.icon = opts.icon;
this.modal = opts.modal;
}
```

Тем самым удается избежать постоянного повторения логики проверки присутствия каждого аргумента. Обратите внимание на то, что мы используем два вызова `extend`, поскольку значения, предлагаемые по умолчанию для `x` и `y`, зависят от предварительного вычисления значений `width` и `height`.

Если нам достаточно скопировать параметры в `this`, мы можем все сделать еще понятнее:

```
function Alert(parent, message, opts) {
    opts = extend({
        width: 320,
        height: 240
    });
    opts = extend({
        x: (parent.width / 2) - (opts.width / 2),
        y: (parent.height / 2) - (opts.height / 2),
        title: "Alert",
        titleColor: "gray",
        bgColor: "white",
        textColor: "black",
        icon: "info",
        modal: false
    });
}
```

55. Применяйте для аргументов, требующих описания, объекты параметров

```
}, opts);
extend(this, opts);
}
```

В разных средах предоставляются разные виды функции `extend`, но обычно реализация работает путем перебора свойств исходного объекта и копирования их в целевой объект, если только они не имеют значение `undefined`:

```
function extend(target, source) {
  if (source) {
    for (var key in source) {
      var val = source[key];
      if (typeof val !== "undefined") {
        target[key] = val;
      }
    }
  }
  return target;
}
```

Обратите внимание на небольшое отличие исходной версии `Alert` от реализации с функцией `extend`. Например, в нашей условной логике в первой версии мы даже не вычисляем значения, предлагаемые по умолчанию, если они не нужны. Поскольку вычисление значений, предлагаемых по умолчанию, не имеет побочных эффектов вроде обычно имеющих место изменений пользовательского интерфейса или отправки сетевого запроса, это не создает никаких проблем. Еще одно отличие заключается в логике определения факта предоставления значения. В нашей первой версии пустая строка считалась для различных строковых аргументов эквивалентом значения `undefined`. Но более подходящим вариантом было бы трактовать в качестве недостающего аргумента только значение `undefined`; к тому же использование оператора `||` было более выгодным, но менее унифицированным вариантом предоставления значений параметров, предлагаемых по умолчанию. Единообразие является вполне достойной целью в разработке библиотек, поскольку оно приводит к большей предсказуемости с точки зрения потребителей API.

УЗЕЛКИ НА ПАМЯТЬ

- ◆ Чтобы код API-интерфейсов было удобнее читать и запоминать, используйте объекты параметров.
- ◆ Все аргументы, предоставляемые с помощью объекта параметров, должны рассматриваться как необязательные.
- ◆ Для абстрагирования логики извлечения значений из объекта параметров используйте вспомогательную функцию `extend`.

56

ИЗБЕГАЙТЕ НЕНУЖНЫХ ДАННЫХ О СОСТОЯНИИ

Иногда API-интерфейсы классифицируют в зависимости от того, сохраняют они или нет какие-либо *данные о состоянии*. API-интерфейс, хранящий данные о состоянии, предоставляет функции или методы, чье поведение зависит только от их входных данных и не зависит от изменения состояния программы. Методы, работающие со строками, не имеют данных о состоянии: поскольку контент строки изменен быть не может, методы зависят только от этого контента и от переданных методу аргументов. Независимо от того, что еще происходит в программе, результатом выполнения выражения `"foo".toUpperCase()` всегда будет строка `"FOO"`. В отличие от этого методы для работы с объектами `Date` содержат данные о состоянии, поэтому вызов метода `toString` в отношении одного и того же объекта `Date` может возвращать различные результаты в зависимости от того, были или не были изменены связанные с датой свойства с помощью предназначенных для этого разнообразных методов `set`.

При том, что без данных о состоянии порой просто не обойтись, API-интерфейсы, не хранящие данные о состоянии, проще изучать и применять, они лучше самодокументированы, при их использовании допускается меньше

ошибок. Известным API-интерфейсом, хранящим данные о состоянии, является веб-библиотека Canvas (холст), предоставляющая элементы пользовательского интерфейса с методами для рисования форм и изображений на поверхности. Программа может нарисовать текст на холсте методом `fillText`:

```
c.fillText("hello, world!", 75, 25);
```

Этому методу предоставляются строка для рисования и позиция на холсте, но ему не передаются другие атрибуты рисования текста, такие как цвет, прозрачность или текстовый стиль. Все эти атрибуты указываются отдельно путем изменения внутреннего состояния холста:

```
c.fillStyle = "blue";
c.font = "24pt serif";
c.textAlign = "center";
c.fillText("hello, world!", 75, 25);
```

Версия API, в меньшей степени ориентированная на хранение данных о состоянии, может выглядеть следующим образом:

```
c.fillText("hello, world!", 75, 25, {
    fillStyle: "blue",
    font: "24pt serif",
    textAlign: "center"
});
```

Чем же предпочтительнее последняя версия? Прежде всего, она менее уязвимая. API-интерфейс, хранящий данные о состоянии, чтобы сделать что-то особенное, требует изменения внутреннего состояния холста, а это приводит к тому, что одна операция рисования влияет на другую операцию, хотя между ними нет ничего общего. Например, по умолчанию используется черный стиль заливки, но расчитывать на него можно, только зная, что предлагаемые по умолчанию параметры еще никто не изменил. Если нужно выполнить операцию рисования не измененным, а предлагаемым по умолчанию цветом, этот цвет нужно указать явным образом:

```
c.fillText("text 1", 0, 0); // цвет, предлагаемый
                           // по умолчанию
c.fillStyle = "blue";
c.fillText("text 2", 0, 30); // синий цвет
c.fillStyle = "black";
c.fillText("text 3", 0, 60); // возвращение к черному
                           // цвету
```

Сравните этот код с API-интерфейсом, не хранящим данные о состоянии; режим многократного использования значений, предлагаемых по умолчанию, этот API-интерфейс включает автоматически:

```
c.fillText("text 1", 0, 0); // цвет, предлагаемый
                           // по умолчанию
c.fillText("text 2", 0, 30, { fillStyle: "blue" });
                           // синий цвет
c.fillText("text 3", 0, 60); // цвет, предлагаемый
                           // по умолчанию
```

Обратите внимание также на то, что каждая инструкция стала понятнее: чтобы понять, что делает каждый вызов `fillText`, вам не нужно разбираться во всех предшествующих изменениях. Фактически, холст может быть изменен где-то в совершенно другой части программы. А если какая-то часть кода изменит состояние холста, это легко может привести к ошибкам:

```
c.fillStyle = "blue";
drawMyImage(c); // вносит ли drawMyImage какие-либо
                 // изменения в c?
c.fillText("hello, world!", 75, 25);
```

Чтобы понять, что происходит в последней строке кода, нам нужно знать, какие изменения могла внести в холст функция `drawMyImage`. API-интерфейс, не сохраняющий данные о состоянии, обеспечивает создание более модульного кода, в котором исключены ошибки, связанные с неожиданными взаимодействиями между разными частями программы, да и к тому же код такого интерфейса понятнее.

К тому же, API-интерфейсы, сохраняющие данные о состоянии, труднее изучать. Читая документацию по `fillText`,

вы не можете точно сказать, какие аспекты состояния холста влияют на рисование. Даже при том, что о некоторых из них нетрудно догадаться, неопытным пользователям сложно разобраться с тем, правильно ли инициализируются все необходимые состояния. Разумеется, в документации по `fillText` можно предоставить исчерпывающий список состояний. И когда вам необходим API-интерфейс, сохраняющий данные о состоянии, вы, конечно же, должны тщательно прописать в документации все варианты, зависящие от того или иного состояния. В то же время API-интерфейсы, не сохраняющие данные о состоянии, все эти неявные зависимости полностью исключают, поэтому им не требуется дополнительной документации.

Еще одним преимуществом API-интерфейсов, не сохраняющих данные о состоянии, является их лаконичность. В противоположность им API-интерфейсы, сохраняющие данные о состоянии, обычно требуют дополнительных инструкций, предназначенных исключительно для установки внутреннего состояния объекта перед вызовом его методов. Рассмотрим программу синтаксического разбора для популярного формата конфигурационных файлов INI. К примеру, простой INI-файл может иметь следующий вид:

```
[Host]
address=172.0.0.1
name=localhost
[Connections]
timeout=10000
```

Одним из подходов к созданию API для такого рода данных является предоставление метода `setSection` для выбора раздела перед поиском конфигурационных параметров методом `get`:

```
var ini = INI.parse(src);

ini.setSection("Host");
var addr = ini.get("address");
var hostname = ini.get("name");
ini.setSection("Connection");
```



```
var timeout = ini.get("timeout");
var server = new Server(addr, hostname, timeout);
```

В то же время, в случае API-интерфейса, не сохраняющего данных о состоянии, создавать дополнительные переменные, подобные `addr` и `hostname`, для хранения извлеченных данных перед обновлением раздела не требуется:

```
var ini = INI.parse(src);
var server = new Server(ini.Host.address,
                      ini.Host.name,
                      ini.Connection.timeout);
```

Обратите внимание на то, что после явного указания раздела мы можем просто представить объект `ini` в качестве словаря, и каждый раздел как словарь, упрощая API еще больше. (Дополнительные сведения об объектах-словарях даны в главе 5.)

УЗЕЛКИ НА ПАМЯТЬ

- ❖ По возможности всегда отдавайте предпочтение API-интерфейсам, не хранящим данные о состоянии.
- ❖ При предоставлении API-интерфейсов, хранящих данные о состоянии, документируйте каждое состояние, от которого зависят операции.

57

ИСПОЛЬЗУЙТЕ СТРУКТУРНУЮ ТИПИЗАЦИЮ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ГИБКИХ ИНТЕРФЕЙСОВ

Представьте себе библиотеку для создания *вики*-энциклопедий: веб-сайтов, контент которых пользователи могут создавать, удалять и изменять. Многие вики-средства просты и основаны на применении в языках разметки гипертекста обычного текста для создания контента. Эти языки разметки обычно предоставляют пользователям

поднабор доступных HTML-средств, но с более простым и более понятным исходным форматом. Например, для выделения жирным шрифтом текст может быть обрамлен символами звездочки, для его подчеркивания — символами подчеркивания, для выделения его курсивом — символами косой черты. Пользователи могут ввести:

В этом предложении есть *фраза, выделенная жирным шрифтом*.

В этом предложении есть _фраза, выделенная подчеркиванием_.

В этом предложении есть /фраза, выделенная курсивом/ .

А затем на сайте для читателей вики-контент может быть выведен в следующем виде:

В этом предложении есть фраза, выделенная жирным шрифтом.

В этом предложении есть фраза, выделенная подчеркиванием.

В этом предложении есть фраза, выделенная курсивом.

Так как с годами появилось множество различных популярных форматов, гибкая вики-библиотека может предоставить тем, кто вносит записи в приложение, несколько языков разметки на выбор.

Чтобы выполнить эту работу, нам нужно отделить функции получения исходного размеченного текста, созданного пользователем, от всей остальной вики-функциональности, такой как управление учетными записями, ведение журнала изменений и хранение контента. Вся остальная часть приложения должна взаимодействовать с функциями получения текста через *интерфейс* с хорошо документированным набором свойств и методов. При программировании строго в соответствии с документированным API-интерфейсом и игнорировании деталей реализации таких методов вся остальная часть приложения может функционировать корректно независимо от выбиравшего приложением исходного формата.

Давайте более подробно присмотримся к тому, какого рода интерфейс нужен для получения вики-контента.

Библиотека должна уметь получать такие метаданные, как заголовок страницы и данные об авторе, и форматировать страницу в виде HTML-кода с целью его вывода для просмотра читателями вики-энциклопедии. Каждую страницу в вики-энциклопедии мы можем представить как объект, обеспечивающий доступ к этим данным посредством методов `getTitle`, `getAuthor` и `toHTML`.

Затем библиотеке нужно предоставить способ создания приложения с пользовательским вики-средством форматирования, а также с некоторыми встроенными средствами форматирования для популярных форматов разметки. Например, создатель приложения может захотеть задействовать формат MediaWiki (который используется в Википедии):

```
var app = new Wiki(Wiki.formats.MEDIAWIKI);
```

Библиотека будет хранить эту функцию форматирования внутри экземпляра объекта `Wiki`:

```
function Wiki(format) {  
    this.format = format;  
}
```

Как только пользователь захочет просмотреть страницу, приложение извлечет ее исходный код и представит HTML-страницу, опираясь на внутреннее средство форматирования:

```
Wiki.prototype.displayPage = function(source) {  
    var page = this.format(source);  
    var title = page.getTitle();  
    var author = page.getAuthor();  
    var output = page.toHTML();  
    // ...  
};
```

А как должно быть реализовано такое средство форматирования, как `Wiki.formats.MEDIAWIKI`? Программисты, знакомые с программированием на основе классов, могут прийти к решению о создании базового класса `Page`, пред-

ставляющего созданный пользователем контент, и реализовать каждый отдельный формат в виде подкласса `Page`. Формат MediaWiki будет реализован с помощью класса `MWPage`, расширяющего класс `Page`, а `MEDIAWIKI` станет «функцией-фабрикой», возвращающей экземпляр `MWPage`:

```
function MWPage(source) {
    Page.call(this, source); // вызов супер-
                           // конструктора
    // ...
}

// MWPage расширяет Page
MWPage.prototype = Object.create(Page.prototype);

MWPage.prototype.getTitle = /* ... */;
MWPage.prototype.getAuthor = /* ... */;
MWPage.prototype.toHTML = /* ... */;

Wiki.formats.MEDIAWIKI = function(source) {
    return new MWPage(source);
};
```

(Дополнительные сведения о реализации иерархии классов с помощью конструкторов и прототипов даны в главе 4.) Но какой практической цели служит класс `Page`? Так как `MWPage` нуждается в собственной реализации методов, востребованных вики-приложением (`getTitle`, `getAuthor` и `toHTML`), необходимость в наследовании какой-нибудь полезной реализации кода отпадает. Заметьте также, что показанный ранее метод `displayPage` не опирается при своей работе на иерархию наследования страничного объекта; он только требует соответствующие методы. Следовательно, реализации вики-форматов могут обеспечивать выполнение этих методов по своему усмотрению.

В то время как многие объектно-ориентированные языки поощряют структуризацию программ вокруг классов и наследования, JavaScript этого не требует. Часто вполне достаточно предоставить реализацию интерфейса вроде формата страницы MediaWiki с простым литералом объекта:

```
Wiki.formats.MEDIAWIKI = function(source) {
    // извлечение контента из источника
    // ...
    return {
        getTitle: function() { /* ... */ },
        getAuthor: function() { /* ... */ },
        toHTML: function() { /* ... */ }
    };
};
```

К тому же, наследование иногда способно больше приносить проблем, чем их решить. Это становится очевидно, когда несколько различных вики-форматов совместно используют неперекрывающиеся наборы функциональности: при этом теряется всякий смысл иерархии наследования. Представим себе, к примеру, три формата:

Формат А: ***жирный***, [Ссылка], /курсив/
Формат В: ****жирный****, [[Ссылка]], *курсив*
Формат С: ****жирный****, [Ссылка], *курсив*

Для распознавания каждого отдельно взятого варианта ввода неплохо бы реализовать отдельные средства, однако смешение и сопоставление функциональности не выливается в какие-либо разумные иерархические взаимоотношения между А, В и С. (Предлагаю вам попытаться найти такие взаимоотношения!) Правильнее всего реализовать отдельные функции для каждого варианта ввода — одинарные звездочки, двойные звездочки, слеши, скобки и т. д., а далее по мере необходимости смещивать и сопоставлять функциональность для каждого формата.

Заметьте, что после исключения суперкласса `Page` нам не приходится его чем-нибудь заменять. Именно здесь и проявляется во всем своем блеске динамическая типизация JavaScript. Любой желающий реализовать новый пользовательский формат может сделать это без необходимости где-либо его «регистрировать». Метод `displayPage` работает с совершенно любым JavaScript-объектом до тех пор, пока имеет подходящую структуру: ожидаемые методы `getTitle`, `getAuthor` и `toHTML`, у каждого из которых вполне ожидаемое поведение.

Интерфейс такого рода иногда называют *структурной*, или *утиной, типизацией*: подойдет любой объект, если у него есть ожидаемая структура (если он похож на утку, плавает как утка и крякает как утка...). Это отличная схема программирования, проще всего решаемая в таких динамичных языках, как JavaScript, поскольку она не требует от вас писать чего-то конкретное. Функция, вызывающая методы для объекта, будет работать с любым объектом, реализующим точно такой же интерфейс. Разумеется, все ожидаемые характеристики интерфейса объекта должны быть перечислены в документации на API. Тогда исполнители будут знать, какие требуются свойства и методы, а также что ваши библиотеки или приложения ожидают от их поведения.

Еще одним доказательством гибкости структурной типизации является блочное тестирование. Возможно, нашу вики-библиотеку предполагается включить в объект HTTP-сервера, который реализует сетевую вики-функциональность. Если нам нужно протестировать последовательность взаимодействия вики без фактического подключения к сети, мы можем реализовать объект-имитатор, имитирующий функциональность настоящего HTTP-сервера, но вместо обращения к сети следующий заданному сценарию. Тем самым, вместо того чтобы зависеть от непредсказуемого поведения сети, мы обеспечим предсказуемое взаимодействие с фиктивным сервером, позволяющее протестировать поведение компонентов, работающих с сервером.

УЗЕЛКИ НА ПАМЯТЬ

- ◆ Для гибких интерфейсов объекта используйте структурную типизацию (также известную как утиная типизация).
- ◆ Страйтесь не использовать наследование, если от структурных интерфейсов можно добиться большей гибкости и меньшей сложности.
- ◆ Для блочного тестирования используйте объекты-имитаторы, то есть альтернативные реализации интерфейсов, обеспечивающих предсказуемое поведение.

58

РАЗЛИЧАЙТЕ МАССИВ И ПОДОБИЕ МАССИВА

Рассмотрим два различных API-интерфейса класса. Первый из них предназначен для *битовых векторов* — упорядоченных коллекций битов:

```
var bits = new BitVector();

bits.enable(4);
bits.enable([1, 3, 8, 17]);

bits.bitAt(4); // 1
bits.bitAt(8); // 1
bits.bitAt(9); // 0
```

Обратите внимание на *перегрузку* метода `enable`: вы можете передать ему либо индекс, либо массив индексов.

Второй API-интерфейс класса предназначен для *строковых наборов* — неупорядоченных коллекций строк:

```
var set = new StringSet();

set.add("Hamlet");
set.add(["Rosencrantz", "Guildenstern"]);
set.add({ "Ophelia": 1, "Polonius": 1, "Horatio": 1 });

set.contains("Polonius");      // true
set.contains("Guildenstern"); // true
set.contains("Falstaff");     // false
```

Так же как и метод `enable` для битовых векторов, метод `add` перегружается, но в дополнение к строкам и массивам строк он также принимает объект-словарь.

При реализации `BitVector.prototype.enable` мы можем не думать о том, как определить, является ли объект массивом, проверяя сначала другой возможный вариант:

```
BitVector.prototype.enable = function(x) {
    if (typeof x === "number") {
```

```

        this.enableBit(x);
    } else { // предположение о том, что x похож
        // на массив
        for (var i = 0, n = x.length; i < n; i++) {
            this.enableBit(x[i]);
        }
    }
};


```

Проблема решена. А как насчет `StringSet.prototype.add`? Теперь нам нужно как-то отличать массивы от объектов. Однако этот вопрос звучит бессмысленно, ведь массивы в JavaScript — это *тоже* объекты! Но на самом деле нам нужно различать объекты, являющиеся и не являющиеся массивами.

Устанавливая это различие, мы идем вразрез с поддерживаемым в JavaScript гибким понятием объектов, «похожих на массивы» (см. тему 51). Любой объект может считаться массивом, если он имеет надлежащий интерфейс. И нет никакого явного способа тестирования объекта, чтобы понять, имеет ли он такой интерфейс. Мы можем предполагать, что объект, обладающий свойством `length`, является массивом, но никаких гарантий такое предположение не дает. А что если нам попадется объект-словарь, содержащий ключ `"length"`?

```

dimensions.add({
    "length": 1, // предполагаем, что объект похож
    // на массив?
    "height": 1,
    "width": 1
});

```

Использование для определения интерфейса объекта неточной эвристики приводит к неправильному пониманию и неправильной трактовке ситуации. Догадки насчет реализации объектом структурной типизации иногда называют *утинным тестированием* (по аналогии с «утиной типизацией», рассмотренной в теме 57), и такую практику нельзя признать удачной. Поскольку объекты не имеют явной информации, отражающей реализуемые в них

структурные типы, надежных способов ее программного выявления не существует.

Перегрузка двух типов означает, что должен быть способ, позволяющий выявить различия. А то, что значение реализует структурный интерфейс, определить невозможно. Из этого можно вывести следующее правило.

API-интерфейсы никогда не должны перегружать структурные типы какими-нибудь другими перекрывающими типами.

Для `StringSet` ответ, в первую очередь, заключается в отказе от использования структурного интерфейса, «похожего на массив». Вместо этого нужно выбрать тип, являющийся носителем хорошо распознаваемого «тега», свидетельствующего о том, что пользователь на самом деле хотел, чтобы это был массив. Очевидным, но далеким от совершенства вариантом является использование оператора `instanceof` для тестирования факта наследования объекта от `Array.prototype`:

```
StringSet.prototype.add = function(x) {
    if (typeof x === "string") {
        this.addString(x);
    } else if (x instanceof Array) { // накладывает
        // слишком
        // много
        // ограничений
        x.forEach(function(s) {
            this.addString(s);
        }, this);
    } else {
        for (var key in x) {
            this.addString(key);
        }
    }
};
```

И все же мы знаем, что в любом случае, если объект является экземпляром `Array`, он ведет себя как массив. Но на этот

раз оказывается, что это слишком тонкое различие. В тех средах, где могут быть несколько глобальных объектов, может быть несколько копий стандартного конструктора `Array` и объекта-прототипа. Такое случается в браузере, где каждый фрейм получает отдельную копию стандартной библиотеки. При обмене данными между фреймами массив из одного фрейма не наследуется из `Array.prototype` другого фрейма.

По этой причине стандарт ES5 предложил функцию `Array.isArray`, которая проверяет, является ли значение массивом независимо от наследования прототипов. В стандарте ECMAScript эта функция проверяет, имеется ли у внутреннего свойства `[[Class]]` значение "Array". Когда нужно проверить, является ли объект настоящим массивом, а не просто подобным массиву объектом, функция `Array.isArray` работает надежнее, чем оператор `instanceof`. Это позволяет создать более надежную реализацию метода `add`:

```
StringSet.prototype.add = function(x) {
    if (typeof x === "string") {
        this.addString(x);
    } else if (Array.isArray(x)) {
        // проверка на наличие настоящих массивов
        x.forEach(function(s) {
            this.addString(s);
        }, this);
    } else {
        for (var key in x) {
            this.addString(key);
        }
    }
};
```

В средах, не поддерживающих ES5, для тестирования принадлежности объекта к массиву можно воспользоваться стандартным методом `Object.prototype.toString`:

```
var toString = Object.prototype.toString;
function isArray(x) {
    return toString.call(x) === "[object Array]";
}
```

Метод `Object.prototype.toString` для создания своей результирующей строки использует имеющееся у объекта внутреннее свойство `[[Class]]`, поэтому для тестирования принадлежности объекта к массиву он также предлагает более надежный подход, чем оператор `instanceof`.

Заметьте, что эта версия `add` ведет себя по-другому, что оказывает влияние на потребителей API. Версия перегружаемого API-интерфейса для работы с массивами не принимает произвольных объектов, похожих на массивы. Вы не можете, к примеру, передать объект аргументов и ожидать, что он будет принят за массив:

```
function MyClass() {  
    this.keys = new StringSet();  
    // ...  
}  
MyClass.prototype.update = function() {  
    this.keys.add(arguments); // рассматривается как  
    // словарь  
};
```

Вместо этого при использовании `add` правильнее преобразовать объект в настоящий массив, следуя идиоме, рассмотренной в теме 51:

```
MyClass.prototype.update = function() {  
    this.keys.add([] .slice .call(arguments));  
};
```

Если вызывающие элементы программы собираются передать API-интерфейсу объект, похожий на массив, когда API ожидает настоящий массив, им нужно выполнить соответствующее преобразование. По этой причине в документации нужно указывать, какой из двух способен принимать ваш API-интерфейс. В примерах, показанных ранее, метод `enable` принимает числа и объекты, похожие на массивы, а метод `add` принимает строки, настоящие массивы и объекты, не являющиеся массивами.

УЗЕЛКИ НА ПАМЯТЬ

- ◆ Никогда не перегружайте структурные типы какими-нибудь другими перекрывающими типами.
- ◆ При перегрузке структурных типов другими типами сначала проверяйте эти другие типы.
- ◆ При перегрузке другими типами объектов обеспечьте прием настоящих массивов, а не объектов, похожих на массивы.
- ◆ Указывайте в документации, что именно принимает ваш API-интерфейс, настоящие массивы или значения, похожие на массивы.
- ◆ Используйте для проверки принадлежности к массиву определенный в стандарте ES5 метод `Array.isArray`.

59

**ИЗБЕГАЙТЕ ИЗБЫТОЧНОГО
ПРИВЕДЕНИЯ ТИПОВ ДАННЫХ**

JavaScript, как известно, — весьма слабо типизированный язык (см. тему 3). Многие стандартные операторы и библиотеки автоматически выполняют приведение своих аргументов к ожидаемым типам, вместо того чтобы выдавать исключения в случае появления неожидаемых входных данных. Без дополнительной логики структуры из этих встроенных операций наследуют поведение, касающееся приведения типов данных:

```
function square(x) {
    return x * x;
}
```

```
square("3"); // 9
```

Конечно, приведение типов данных может приносить определенные удобства. Но, как отмечалось в теме 3, оно также может стать источником проблем, скрывая ошибки и приводя к непредсказуемому и трудно диагностируемому поведению.

Приведение типов данных особенно сбивает с толку при работе с перегружаемыми сигнатурами функций, как в методе `enable` класса битовых векторов в теме 58. Определяя характер своего поведения, метод анализирует тип своего аргумента. Понять сигнатуру было бы труднее, если бы метод `enable` пытался привести тип данных своего аргумента к ожидаемому типу. Какой из типов он должен выбрать? Приведение типа к числу полностью лишает перегрузку смысла:

```
BitVector.prototype.enable = function(x) {  
    x = Number(x);  
    if (typeof x === "number") { // всегда true  
        this.enableBit(x);  
    } else { // никогда  
        // не выполняется  
        for (var i = 0, n = x.length; i < n; i++) {  
            this.enableBit(x[i]);  
        }  
    }  
};
```

В качестве основного правила вполне резонно было бы избегать приведения типа для тех аргументов, тип которых служит для определения поведения перегружаемой функции. Приведение типов данных затрудняет нахождение варианта, на котором нужно остановиться. Попробуйте уловить смысл в следующем коде:

```
bits.enable("100"); // число или подобие массиву?
```

Этот вариант использования метода `enable` нельзя выразить однозначно: вызывающий код мог бы, наверное, расчитывать на то, что аргумент будет рассматриваться как число или как массив битовых значений. Но наш конструктор не создавался под строки, поэтому узнать что-либо конкретное невозможно. Скорее всего, это свидетельствует о том, что вызывающий код не понимает API. Фактически, разработав наш API-интерфейс немного тщательнее, мы можем принудительно допустить использование только чисел и объектов:

```
BitVector.prototype.enable = function(x) {
    if (typeof x === "number") {
        this.enableBit(x);
    } else if (typeof x === "object" && x) {
        for (var i = 0, n = x.length; i < n; i++) {
            this.enableBit(x[i]);
        }
    } else {
        throw new TypeError("ожидалось число или
                            подобие массива");
    }
}
```

Эта последняя версия метода `enable` является примером более осмотрительного стиля, известного как *защитное программирование*, при котором делается попытка защищаться от потенциальных ошибок путем дополнительных проверок. Однако защититься от всех возможных недочетов невозможно. Например, мы можем провести проверку с целью убедиться в том, что если `x` является объектом, то у него также имеется свойство `length`, но это не защитит от, скажем, случайного использования объекта `String`. A JavaScript предоставляет только очень простые средства для реализации таких проверок, например оператор `typeof`, но написать вспомогательные функции для защиты сигнатур функций можно и покороче. Например, мы можем защитить конструктор `BitVector` с помощью одной предварительной проверки:

```
function BitVector(x) {
    uint32.or(arrayLike).guard(x);
    // ...
}
```

Чтобы выполнить эту работу, можно создать вспомогательную библиотеку защиты объектов с помощью общего объекта-прототипа, реализующего метод `guard`:

```
var guard = {
    guard: function(x) {
        if (!this.test(x)) {
```



```

        throw new TypeError("ожидалось " + this);
    }
}
};

```

Затем каждый объект защиты реализует собственный метод проверки и строковое описание для сообщения об ошибке:

```

var uint32 = Object.create(guard);
uint32.test = function(x) {
    return typeof x === "number" && x === (x >>> 0);
};
uint32.toString = function() {
    return "uint32";
};

```

Защита `uint32` использует особенность поразрядных JavaScript-операторов для преобразования в беззнаковое 32-разрядное целое число. *Оператор беззнакового сдвига вправо* преобразует свой первый аргумент в беззнаковое 32-разрядное целое число перед поразрядным сдвигом (см. тему 2). Сдвиг на нуль разрядов не воздействует на целочисленное значение. Следовательно, `uint32.test` эффективно сравнивает число с результатом преобразования его в беззнаковое 32-разрядное целое число.

Затем мы можем реализовать объект защиты `arrayLike`:

```

var arrayLike = Object.create(guard);

arrayLike.test = function(x) {
    return typeof x === "object" && x &&
        uint32.test(x.length);
};

arrayLike.toString = function() {
    return "array-like object";
};

```

Обратите внимание на то, что здесь мы шагнули в защищном программировании еще дальше, гарантируя, что объ-

ект, похожий на массив, имеет беззнаковое целочисленное свойство `length`.

И наконец, мы можем выстраивать «цепочки» методов в качестве методов-прототипов (см. тему 60), например, с помощью оператора `or`:

```
guard.or = function(other) {
  var result = Object.create(guard);
  var self = this;
  result.test = function(x) {
    return self.test(x) || other.test(x);
  };

  var description = this + " or " + other;
  result.toString = function() {
    return description;
  };

  return result;
};
```

Этот метод сочетает в себе объект-получатель защиты (объект, связанный с `this`) со вторым объектом защиты (параметр `other`), создавая новый объект защиты, чьи методы `test` и `toString` объединяют два метода исходных объектов. Обратите внимание на то, что мы задействовали локальную переменную `self`, чтобы сохранить ссылку на `this` (см. темы 25 и 37) для использования внутри получившегося метода `test`, принадлежащего объекту защиты.

Эти проверки могут помочь выявить ошибки раньше, чем они проявятся, что существенно облегчает диагностику. Тем не менее они могут загромоздить программный код и потенциально повлиять на производительность приложения. Как бы то ни было, использование защитного программирования становится фактором цены (количества дополнительных проверок, которые нужно написать и выполнить) возможных преимуществ (количества ошибок, выявленных на ранней стадии, что экономит время на разработку и отладку).

УЗЕЛКИ НА ПАМЯТЬ

- ❖ Избегайте смешивать приведение типов с перегрузкой.
- ❖ Подумайте о введении элементов защиты от нежданных входных данных.

60

ВЫСТРАИВАЙТЕ ЦЕПОЧКИ МЕТОДОВ

Одной из эффективных сторон API-интерфейсов, не сохраняющих данных о состоянии (см. тему 56), является их гибкость в плане построения составных операций из более мелких операций. Хорошим примером может послужить метод замены строк `replace`. Поскольку сам результат является строкой, вы можете выполнить несколько последовательных замен, повторно вызывая метод `replace` для результата каждого предыдущего вызова. Эта схема часто используется для замены в строке специальных символов перед ее вставкой в HTML-страницу:

```
function escapeBasicHTML(str) {  
    return str.replace(/&/g, "&")  
        .replace(/</g, "<")  
        .replace(/>/g, ">")  
        .replace(/"/g, """)  
        .replace(/\'/g, "'");  
}
```

Первый вызов `replace` возвращает строку, в которой все экземпляры специального символа "&" заменяются используемой в HTML управляющей последовательностью "&"; после этого второй вызов заменяет все экземпляры "<" управляющей последовательностью "<" и т. д. Этот стиль повторяющегося вызова метода известен как *выстраивание цепочки методов*. Не обязательно оформ-

лять его именно в таком стиле, но так получается намного короче, чем сохранять каждый промежуточный результат во временной переменной:

```
function escapeBasicHTML(str1) {
    var str2 = str1.replace(/&/g, "&amp;");
    var str3 = str2.replace(/</g, "&lt;");
    var str4 = str3.replace(/>/g, "&gt;");
    var str5 = str4.replace(/"/g, "&quot;");
    var str6 = str5.replace(/\'/g, "&apos;");
    return str6;
}
```

Исключение временных переменных делает код понятнее для читателей, поскольку промежуточные результаты важны, по сути, только как шаг на пути к финальному результату.

Выстраивание цепочек методов можно использовать, когда API строит объекты какого-нибудь интерфейса (см. тему 57) с помощью методов, которые создают еще больше объектов, зачастую одного и того же интерфейса. Методы перебора элементов массива, описанные в темах 50 и 51, являются еще одним хорошим примером API «с цепочкой»:

```
var users = records.map(function(record) {
    return record.username;
})
.filter(function(username) {
    return !username;
})
.map(function(username) {
    return username.toLowerCase();
});
```

Эти цепочные операции принимают массив объектов, представляющий пользовательские записи, извлекают свойство имени пользователя каждой записи, отфильтровывают все пустые имена пользователей, а в завершение преобразуют имена пользователей в строки, состоящие из символов в нижнем регистре.

Подобный стиль для потребителей API представляется настолько гибким и выразительным, что для его поддержки стоит разработать собственный API-интерфейс. Зачастую в API-интерфейсах, не сохраняющих данные о состоянии, из возможности выстраивания цепочки вытекает вполне естественное следствие: если ваш API-интерфейс не изменяет объект, он должен вернуть новый объект. В результате вы получаете API-интерфейс, методы которого создают больше объектов с одним и тем же набором методов.

Выстраивание цепочек методов также полезно поддерживать и в ситуациях, когда данные о состоянии сохраняются. Хитрость здесь заключается в методах, которые обновляют объект, возвращаемый `this` вместо `undefined`. Это дает возможность выполнения нескольких обновлений в отношении одного и того же объекта через последовательность вызова выстроенных в цепочку методов:

```
element.setBackgroundColor("yellow")
    .setColor("red")
    .setFontSize("bold");
```

Выстраивание цепочек методов для API-интерфейсов, сохраняющих данные о состоянии, иногда называют *потоковым стилем*. (Этот термин был придуман программистами, имитирующими «каскады методов» языка Smalltalk, обладающего встроенным синтаксисом вызова нескольких методов для одного и того же объекта.) Если обновляющие методы не возвращают `this`, тогда пользователю API придется каждый раз повторять имя объекта. Если объект просто называется переменной, это не имеет большого значения, но когда методы, получающие объекты, объединяются с методами обновления, выстраиванием цепочек методов можно добиться очень краткого и понятного кода. Библиотека интерфейсов jQuery популяризировала этот подход, предложив набор методов (не сохраняющих данные о состоянии), «запрашивающих» веб-страницы для элементов пользовательского интерфейса, и набор методов (сохраняющих данные о состоянии), обновляющих эти элементы:

```

$( "#notification" )           // поиск элемента
                                // уведомления
.html("Сервер не отвечает.") // установка текста
                                // уведомления
.removeClass("info")          // удаление одного
                                // набора стилей
.addClass("error");           // добавление
                                // дополнительного

```

стиля

Поскольку сохраняющие данные о состоянии вызовы методов `html`, `removeClass` и `addClass` поддерживают потоковый стиль, возвращая один и тот же объект, нам даже не нужно создавать временную переменную для хранения результата запроса, выполняемого jQuery-функцией `($)`. Разумеется, если пользователи находят такой стиль слишком кратким, они всегда могут ввести переменную, чтобы результат запроса имел имя:

```

var element = $( "#notification" );
element.html("Сервер не отвечает.");
element.removeClass("info");
element.addClass("error");

```

Однако за счет выстраивания методов в цепочку API позволяет программистам самим решать, какому из стилей отдать предпочтение. Если методы возвращают значение `undefined`, пользователям придется писать более многословный код.

УЗЕЛКИ НА ПАМЯТЬ

- ◆ Для объединения операций, не сохраняющих данные о состоянии, выстраивайте методы в цепочку.
- ◆ Для методов, не сохраняющих данные о состоянии, реализуйте выстраивание в цепочку, конструируя методы, создающие новые объекты.
- ◆ Для методов, сохраняющих данные о состоянии, реализуйте выстраивание в цепочку путем возвращения `this`.

ГЛАВА 7. ПАРАЛЛЕЛИЗМ

JavaScript был разработан в качестве *встроенного языка сценариев*. JavaScript-программы выполняются не в виде автономных приложений, а в виде сценариев в контексте более крупного приложения. Основным примером, конечно же, является веб-браузер. У браузера может быть много окон и вкладок, в которых запущено несколько веб-приложений, причем каждое из них реагирует на различные варианты вводимых данных и входные сигналы: на пользовательские действия посредством клавиатуры, мыши или прикосновения, на поступление данных по сети, на сигналы, синхронизированные по времени. В процессе работы веб-приложения эти события могут происходить в любой момент и даже одновременно. И для каждого события приложение может требовать информационного уведомления и реакции на него со стороны пользователя.

Используемый в JavaScript подход к написанию программ, реагирующих на несколько параллельных событий, весьма удобен для пользователя и эффективен; он опирается на сочетание простой модели выполнения, которую иногда называют *параллелизмом на базе очереди*, или *цикла, событий*, с тем, что называют *асинхронными API-интерфейсами*. Благодаря эффективности такого подхода, а также того факта, что JavaScript проходит стандартизацию независимо от веб-браузеров, JavaScript используется в качестве языка программирования для множества других приложений, от приложений для настольных систем до сред, выполняемых на серверной стороне, таких как Node.js.

Как ни удивительно, но в имеющемся на сегодняшний день стандарте ECMAScript о параллелизме не сказано ни слова. Следовательно, в этой главе рассматривается не официальный стандарт, а функциональные возможности JavaScript, сложившиеся «де facto». Тем не менее большинство JavaScript-сред придерживаются одного и того же подхода к параллелизму, и будущие версии стандарта могут нормализовать эту модель выполнения, получившую широкое распространение. К тому же, независимо от стандарта, работа с событиями и асинхронными API-интерфейсами является основной частью программирования на JavaScript.

61

НЕ БЛОКИРУЙТЕ ОЧЕРЕДЬ СОБЫТИЙ ПРИ ВВОДЕ-ВЫВОДЕ

JavaScript-программы строятся вокруг *событий*: входные данные могут поступать одновременно из нескольких внешних источников, например в результате взаимодействия с пользователем (щелчка кнопкой мыши, нажатия клавиши или прикосновения к экрану), из данных, поступающих по сети, или от спланированных по времени сигналов. В некоторых языках вполне привычно написать код, ожидающий конкретного ввода:

```
var text = downloadSync("http://example.com/file.txt");
console.log(text);
```

(API `console.log` является широко используемым вспомогательным методом на JavaScript-платформе, предназначенным для вывода отладочной информации на консоль разработчика.) Такие функции, как `downloadSync`, известны как *синхронные*, или *блокирующие*: программа останавливает всю работу на время ожидания нужного ей ввода, в данном случае результата загрузки файла из Интернета. Так как в ходе ожидания загрузки компьютер мог бы выполнять другую полезную работу, такие языки обычно предоставляют программисту механизм создания нескольких *программных потоков*: выполняемых

параллельно ветвей программы. В этом случае одна ветвь программы может остановиться («заблокироваться») в ожидании медленного ввода, в то время как другая будет продолжать выполняться независимо от первой.

В JavaScript большинство операций ввода-вывода выполняется посредством *асинхронных*, или *неблокирующих*, API-интерфейсов. Вместо блокирования потока вплоть до получения результата программист предоставляет системе функцию обратного вызова (см. тему 19), которая активизируется по завершении ввода:

```
downloadAsync("http://example.com/file.txt",
  function(text) {
    console.log(text);
});
```

Вместо блокировки сети, этот API-интерфейс инициализирует загрузку, а затем немедленно возвращает управление после сохранения функции обратного вызова во внутреннем регистре. Позже, когда загрузка завершается, система вызывает зарегестрированную функцию обратного вызова, передавая ей текст загруженного файла в качестве аргумента.

То есть система не просто переходит к нужному месту в программе, но и активизирует функцию обратного вызова в тот самый момент, когда загрузка завершается. Иногда при описании JavaScript говорят о том, что этот язык предоставляет гарантию выполнения *от запуска до завершения* (run-to-completion): любой пользовательский код, выполняемый в общем контексте, например отдельная веб-страница в браузере или отдельный работающий экземпляр веб-сервера, имеет возможность завершить выполнение до вызова очередного обработчика события. Фактически, система обслуживает внутреннюю очередь событий по мере их возникновения и поочередно активизирует зарегестрированные функции обратного вызова.

Рисунок. 7.1 иллюстрирует пример очередей событий клиентских и серверных приложений. По мере своего возникновения события добавляются к концу очереди событий приложения (в верхней части схемы). JavaScript-движок исполняет приложение, поддерживая внутренний цикл

событий, который берет события с начала очереди, то есть в порядке их получения, и вызывает поочередно зарегистрированные JavaScript-обработчики событий (функции обратного вызова, подобные той, которая была передана показанной ранее функции `downloadAsync`), передавая им события в качестве аргументов.

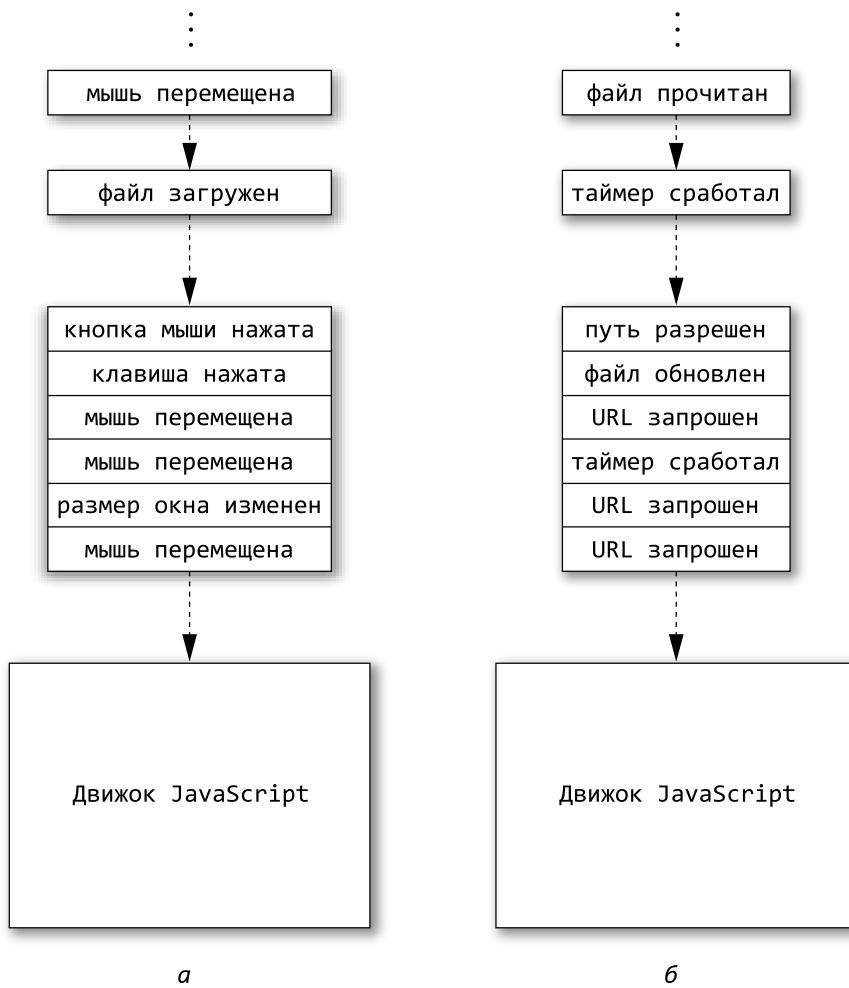


Рис. 7.1. Пример очередей событий: *а* — приложение веб-клиента; *б* — веб-сервер

Преимущество гарантированного выполнения от запуска до завершения состоит в том, что при запуске кода вы

точно знаете, что имеете полный контроль над состоянием приложения: вам не нужно волноваться, что из-за кода, выполняемого параллельно, какая-то переменная или свойство объекта изменится прямо в момент их использования. К тому же приятно, что программировать на JavaScript, как правило, гораздо проще, чем разбираться с программными потоками и блокировками в таких языках, как C++, Java и C#.

В то же время недостатком модели гарантированного выполнения от запуска до завершения является то, что любой написанный вами код фактически не дает остальному приложению продолжить свою работу. В таких интерактивных приложениях, как браузер, заблокированный обработчик событий не дает обслуживать пользовательский ввод и может даже препятствовать выводу страницы на экран, в результате у пользователя появляется впечатление «зависания», когда приложение не реагирует на его действия. В серверной среде заблокированный обработчик может воспрепятствовать обработке других сетевых запросов, приводя к « зависанию » сервера.

Единственное и самое важное правило параллелизма в JavaScript требует никогда не использовать никаких блокирующих API-интерфейсов ввода-вывода в середине очереди событий приложения. В браузерах блокирующие API-интерфейсы вряд ли применяются, хотя с годами некоторые из них, к сожалению, в платформу все же могли просочиться.

Библиотека XMLHttpRequest, поддерживающая средства сетевого ввода-вывода, подобные показанной ранее функции downloadAsycn, имеет синхронную версию, использование которой считается дурным тоном. Синхронный ввод-вывод имеет весьма неприятные последствия для интерактивных приложений, не позволяя пользователю взаимодействовать со страницей, пока не завершится операция ввода-вывода.

В отличие от него асинхронные API-интерфейсы при использовании в условиях, основанных на обработке событий, безопасны, поскольку заставляют ваше приложение продолжать выполнение в отдельном «проходе» цикла событий. Представьте, что в показанном ранее примере для загрузки URL-адреса потребовалось две секунды. За это время

может произойти масса других событий. При синхронной реализации такие события будут накапливаться в очереди событий, а цикл обработки событий застрянет на ожидании завершения JavaScript-кода, мешая обработке любых других событий. В то же время в асинхронной версии JavaScript-код регистрирует обработчик события и тут же возвращает управление, позволяя другим обработчикам событий обрабатывать промежуточные события до завершения загрузки.

В условиях, когда очередь событий основного приложения не затрагивается, блокирующие операции создают меньше проблем. Например, веб-платформа предоставляет API-интерфейс `Worker` (исполнитель), который позволяет инициировать параллельные вычисления. В отличие от обычных программных потоков, исполнители выполняются в полностью изолированном состоянии без доступа к глобальной области видимости и контенту веб-страницы основного программного потока приложения, поэтому они не могут мешать выполнению кода, запущенного из основной очереди событий. Использование синхронного варианта библиотеки `XMLHttpRequest` в исполнителе менее проблематично; блокировка на загрузке не дает продолжать выполнение исполнителю, но при этом не препятствует выводу страницы на экран или реакции очереди событий на события. В серверной среде блокирующие API-интерфейсы не создают проблем при запуске сервера, то есть еще до того, как сервер начнет откликаться на поступающие запросы. Однако при обслуживании запросов блокирующие API-интерфейсы приводят к таким же катастрофическим последствиям, как и в очереди событий браузера.

УЗЕЛКИ НА ПАМЯТЬ

- ◆ Для отсрочки обработки затратных операций и предотвращения блокировки основного приложения асинхронные API-интерфейсы используют функции обратного вызова.
- ◆ JavaScript получает события параллельно, но запускает обработчики событий последовательно, используя для этого очередь событий.
- ◆ Никогда не блокируйте ввод-вывод в очереди событий приложения.

62

ИСПОЛЬЗУЙТЕ ВЛОЖЕННЫЕ ИЛИ ИМЕНОВАННЫЕ ФУНКЦИИ ОБРАТНОГО ВЫЗОВА ДЛЯ ЗАДАНИЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ВЫПОЛНЕНИЯ АСИНХРОННЫХ КОМАНД

В теме 61 показано, что асинхронные API-интерфейсы выполняют потенциально затратные операции ввода-вывода без блокирования приложений, позволяя им продолжать выполняться и обрабатывать другие входные данные. Поначалу, возможно, у вас будут трудности в понимании порядка следования операций в асинхронных программах. Например, следующая программа выводит строку "starting" до вывода строки "finished", даже если эти два действия в исходном коде программы расположены в обратном порядке:

```
downloadAsync("file.txt", function(file) {  
    console.log("finished");  
});  
console.log("starting");
```

Вызов `downloadAsync` тут же возвращает управление, не дожидаясь завершения загрузки файла. При этом, поскольку язык JavaScript гарантирует выполнение от запуска до завершения, следующая строка кода должна быть выполнена до вызова каких-либо других обработчиков событий. Это означает, что строка "starting" будет гарантированно выведена на экран до вывода строки "finished".

Чтобы разобраться в последовательности выполнения операций, проще всего считать, что асинхронный API-интерфейс только *инициирует* выполнение, но *не выполняет* операцию. Показанный код инициирует загрузку файла и сразу выводит на экран строку "starting". А когда при каком-то очередном проходе цикла событий загрузка завершается, зарегистрированный обработчик события выводит на экран строку "finished".

Следовательно, если несколько последовательных инструкций работают только в случае какого-то действия, которое должно произойти после инициирования некой операции, то как ваша последовательность завершит асинхронные операции? К примеру, что если вам нужно найти URL-адрес в асинхронной базе данных, а затем загрузить содержимое этого URL-адреса? Инициировать оба запроса один за другим невозможно:

```
db.lookupAsync("url", function(url) {  
    // ?  
});  
downloadAsync(url, function(text) { // ошибка: url  
    не связан  
    console.log("контент " + url + ": " + text);  
});
```

Вполне возможно, что этот код работать не будет, потому что URL-адрес, получаемый в результате поиска в базе данных, нужен функции `downloadAsync` в качестве аргумента, но его нет в области видимости. И для этого есть все основания: все, что мы сделали на данном этапе — это инициировали поиск в базе данных, результат которого пока еще просто недоступен.

Наиболее очевидным решением будет использование вложенного кода. Благодаря эффективности замыканий (см. тему 11) мы можем вложить второе действие в функцию обратного вызова первого действия:

```
db.lookupAsync("url", function(url) {  
    downloadAsync(url, function(text) {  
        console.log("контент " + url + ": " + text);  
    });  
});
```

Получается две функции обратного вызова, но вторая содержитя внутри первой, создавая замыкание, имеющее доступ к переменным внешней функции обратного вызова. Обратите внимание на то, как вторая функция обратного вызова ссылается на `url`.

Вкладывать асинхронные операции друг в друга легко, но такое построение быстро становится громоздким, разрастаясь в длинные последовательности:

```
db.lookupAsync("url", function(url) {
    downloadAsync(url, function(file) {
        downloadAsync("a.txt", function(a) {
            downloadAsync("b.txt", function(b) {
                downloadAsync("c.txt", function(c) {
                    // ...
                });
            });
        });
    });
});
```

Один из способов избавиться от чрезмерных вложений заключается в том, чтобы поднять вложенные обратные вызовы обратно в качестве именованных функций и передать им любые необходимые им дополнительные данные в качестве отдельных аргументов. Показанный ранее пример двухэтапного вызова можно переписать так:

```
db.lookupAsync("url", downloadURL);
function downloadURL(url) {
    downloadAsync(url, function(text) {
        // по-прежнему вложенный вызов
        showContents(url, text);
    });
}
function showContents(url, text) {
    console.log("контент " + url + ": " + text);
}
```

Здесь опять же используется вложенный обратный вызов внутри `downloadURL`, обеспечивающий объединение внешней переменной `url` с внутренней переменной `text` для использования в качестве аргументов функции `showContents`. Мы можем исключить этот последний вложенный обратный вызов с помощью метода `bind` (см. тему 25):

```
db.lookupAsync("url", downloadURL);
function downloadURL(url) {
```

62. Используйте вложенные или именованные функции обратного вызова

```
    downloadAsync(url, showContents.bind(null, url));
}

function showContents(url, text) {
    console.log("контент " + url + ": " + text);
}
```

Такой подход приводит к созданию внешне более логичного кода, но достигается это за счет назначения имени на каждом промежуточном этапе последовательности и копирования связей от этапа к этапу. Это может создать неудобства, как в случае с показанным ранее более длинным примером:

```
db.lookupAsync("url", downloadURLAndFiles);
function downloadURLAndFiles(url) {
    downloadAsync(url, downloadABC.bind(null, url));
}
// неудобное имя
function downloadABC(url, file) {
    downloadAsync("a.txt",
        // дублированные связи
        downloadFile23.bind(null, url,
            file));
}
// неудобное имя
function downloadBC(url, file, a) {
    downloadAsync("b.txt",
        // еще больше дублированных связей
        downloadFile3.bind(null, url,
            file, a));
}
// неудобное имя
function downloadC(url, file, a, b) {
    downloadAsync("c.txt",
        // и еще больше дублированных
        // связей
        finish.bind(null, url, file, a, b));
}
function finish(url, file, a, b, c) {
    // ...
}
```

Иногда можно добиться более удачного баланса, сочетая оба подхода, хотя и с сохранением некоторой степени вложенности:

```
db.lookupAsync("url", function(url) {
    downloadURLAndFiles(url);
});

function downloadURLAndFiles(url) {
    downloadAsync(url, downloadFiles.bind(null, url));
}

function downloadFiles(url, file) {
    downloadAsync("a.txt", function(a) {
        downloadAsync("b.txt", function(b) {
            downloadAsync("c.txt", function(c) {
                // ...
            });
        });
    });
}
}
```

Чтобы улучшить и этот вариант, последний этап можно усовершенствовать с помощью дополнительной абстракции с загрузкой нескольких файлов и сохранением их в массиве:

```
function downloadFiles(url, file) {
    downloadAllAsync(["a.txt", "b.txt", "c.txt"],
        function(all) {
            var a = all[0], b = all[1], c = all[2];
            // ...
        });
}
```

Использование функции `downloadAllAsync` позволяет нам также загружать несколько файлов в параллельном режиме. Задание последовательности операций означает, что каждая операция не может быть даже инициирована, пока не будет завершена предыдущая операция. А некоторые операции, такие как загрузка с URL-адреса, извлеченного в результате поиска в базе данных, имеют унаследованную последовательность. Однако если у нас есть список имен

загружаемых файлов, то, скорее всего, нет никаких причин дожидаться завершения загрузки каждого файла, прежде чем запрашивать следующий файл. В теме 66 объясняется, как реализуются такие параллельные абстракции, как `downloadAllAsync`.

Помимо вложенных и именованных функций обратного вызова можно придумать и другие высокоуровневые абстракции, позволяющие упростить асинхронный поток управления и сделать его более лаконичным. В теме 68 есть описание одного из наиболее популярных подходов. Кроме того, стоит также исследовать асинхронные библиотеки или поэкспериментировать с собственными абстракциями.

УЗЕЛКИ НА ПАМЯТЬ

- ◆ Для выполнения последовательности из нескольких асинхронных операций используйте вложенные или именованные функции обратного вызова.
- ◆ Постарайтесь добиться баланса между чрезмерным вложением функций обратного вызова и использованием вместо них невложенных функций обратного вызова с нелепыми именами.
- ◆ Избегайте последовательного выполнения тех операций, которые могут выполняться параллельно.

63

НЕ ЗАБЫВАЙТЕ О СУЩЕСТВОВАНИИ ИГНОРИРУЕМЫХ ОШИБОК

Обработка ошибок является в асинхронном программировании одним из наиболее сложных аспектов управления. В синхронном коде ошибки можно легко обработать одним махом, заключив фрагмент кода в блок `try`:

```
try {
    f();
    g();
    h();
```



```
    } catch (e) {
        // обработка любой возникшей ошибки...
    }
```

В асинхронном коде процесс, состоящий из нескольких этапов, обычно делится на отдельные проходы очереди событий, поэтому заключить все эти этапы в один блок `try` не представляется возможным. Фактически, асинхронные API-интерфейсы не могут даже вбрасывать исключения, потому что ко времени возникновения асинхронной ошибки явного контекста выполнения, в котором можно было бы бросить исключение, не существует! Вместо этого асинхронные API-интерфейсы стремятся представить ошибки в виде специальных аргументов функций обратного вызова или воспользоваться дополнительными функциями обратного вызова, предназначенными для обработки ошибок. Например, асинхронный API-интерфейс для загрузки файла, подобный тому, что представлен в теме 61, может использовать дополнительную функцию, вызываемую в случае сетевой ошибки:

```
downloadAsync("http://example.com/file.txt",
  function(text) {
    console.log("Контент файла: " + text);
  }, function(error) {
    console.log("Ошибка: " + error);
});
```

Для загрузки нескольких файлов можно вложить функции обратного вызова, как было показано в теме 62:

```
downloadAsync("a.txt", function(a) {
  downloadAsync("b.txt", function(b) {
    downloadAsync("c.txt", function(c) {
      console.log("Контент: " + a + b + c);
    }, function(error) {
      console.log("Ошибка: " + error);
    });
  }, function(error) { // повторяющаяся логика
    // обработка ошибки
    console.log("Ошибка: " + error);
  });
});
```

```
});  
}, function(error) { // повторяющаяся логика обработки  
    // ошибки  
    console.log("Ошибка: " + error);  
});
```

Обратите внимание, что в этом примере на каждом этапе процесса используется одинаковая логика обработки ошибки, то есть мы воспроизвели один и тот же код в нескольких местах. Как и всегда в программировании, следует стараться избегать дублирования кода. Все это довольно просто абстрагировать путем определения в общей области видимости функции, предназначеннной для обработки ошибок:

```
function onError(error) {  
    console.log("Ошибка: " + error);  
}  
downloadAsync("a.txt", function(a) {  
    downloadAsync("b.txt", function(b) {  
        downloadAsync("c.txt", function(c) {  
            console.log("Контент: " + a + b + c);  
        }, onError);  
    }, onError);  
}, onError);
```

Разумеется, если мы объединим несколько этапов в одну составную операцию с помощью такой вспомогательной функции, как `downloadAllAsync` (в соответствии с рекомендациями из тем 62 и 66), то вполне естественно придем к необходимости предоставления только одной функции обратного вызова, предназначеннной исключительно для обработки ошибок:

```
downloadAllAsync(["a.txt", "b.txt", "c.txt"],  
function(abc) {  
    console.log("Контент: " + abc[0] + abc[1] +  
        abc[2]);  
}, function(error) {  
    console.log("Ошибка: " + error);  
});
```

В еще одном стиле создания API для обработки ошибок, популяризируемом платформой Node.js, тоже имеется только одна функция обратного вызова, первым аргументом которой является либо ошибка, если таковая произойдет, либо, в противном случае, ложное значение, например `null`. Для подобных API-интерфейсов мы по-прежнему можем определить общую функцию обработки ошибок, но при этом потребуется защитить каждый обратный вызов инструкцией `if`:

```
function onError(error) {
    console.log("Ошибка: " + error);
}

downloadAsync("a.txt", function(error, a) {
    if (error) {
        onError(error);
        return;
    }
    downloadAsync("b.txt", function(error, b) {
        // повторяющаяся логика проверки наличия
        // ошибки
        if (error) {
            onError(error);
            return;
        }
        downloadAsync(url3, function(error, c) {
            // повторяющаяся логика проверки наличия
            // ошибки
            if (error) {
                onError(error);
                return;
            }
            console.log("Контент: " + a + b + c);
        });
    });
});
```

В тех средах, где используется этот стиль функций обратного вызова, предназначенных для обработки ошибок, программисты зачастую отказываются от соглашений,

требующих распространения структур `if` на несколько строк с телами, заключенными в фигурные скобки, что приводит к более краткому и менее размытому коду обработки ошибок:

```
function onError(error) {
    console.log("Ошибка: " + error);
}

downloadAsync("a.txt", function(error, a) {
    if (error) return onError(error);
    downloadAsync("b.txt", function(error, b) {
        if (error) return onError(error);
        downloadAsync(url3, function(error, c) {
            if (error) return onError(error);
            console.log("Контент: " + a + b + c);
        });
    });
});

});
```

Или же, как всегда, исключить повторения поможет объединение этапов с помощью абстракции:

```
var filenames = ["a.txt", "b.txt", "c.txt"];
downloadAllAsync(filenames, function(error, abc) {
    if (error) {
        console.log("Ошибка: " + error);
        return;
    }
    console.log("Контент: " + abc[0] + abc[1] +
        abc[2]);
});
```

Одним из практических различий между блоком `try...catch` и обычной логикой обработки ошибок в асинхронных API-интерфейсах является то, что `try` облегчает определение логики «ловушки», поэтому забыть обработать ошибки во всем коде довольно трудно. В случае же асинхронных API-интерфейсов, подобных тому, что был показан ранее, очень просто забыть предоставить механизм обработки ошибок на каком-нибудь из этапов процесса. Довольно часто это превращается в тихое игнорирование ошиб-

ки. Программа, игнорирующая ошибки, может серьезно разочаровать пользователей: приложение при необычном развитии событий никак на это не реагирует (иногда это выливается в зависшем индикаторе процесса, что никоим образом не проясняет ситуацию). Кроме того, игнорируемые ошибки превращаются в кошмар при отладке программы, поскольку не дают никаких намеков на источник проблемы. Единственным лекарством для этого является бдительность: работа с асинхронными API-интерфейсами требует бдительности, чтобы обеспечить обработку всех условий возникновения ошибок в явном виде.

УЗЕЛКИ НА ПАМЯТЬ

- ◆ Избегайте копирования и вставки кода обработки ошибок, создавая вместо этого общие функции обработки ошибок.
- ◆ Чтобы избежать игнорируемых ошибок, убедитесь в том, что все условия возникновения ошибок обработаны в явном виде.

64

ИСПОЛЬЗУЙТЕ РЕКУРСИЮ ДЛЯ АСИНХРОННЫХ ЦИКЛОВ

Рассмотрим функцию, которая принимает массив URL-адресов и пытается поочередно загружать с них информацию до тех пор, пока одна из попыток не увенчается успехом. Если бы API-интерфейс был синхронным, это можно было бы легко реализовать с помощью цикла:

```
function downloadOneSync(urls) {
    for (var i = 0, n = urls.length; i < n; i++) {
        try {
            return downloadSync(urls[i]);
        } catch (e) { }
    }
    throw new Error("ни одна из загрузок не удалась");
}
```

Но такой подход не работает для `downloadOneAsync`, поскольку мы не можем приостановить цикл и возобновить его выполнение в функции обратного вызова. Если бы мы попытались использовать цикл, он бы инициировал все загрузки вместо того, чтобы перед попыткой осуществить следующую загрузку дожидаться завершения одной из них:

```
function downloadOneAsync(urls, onsuccess, onerror) {  
    for (var i = 0, n = urls.length; i < n; i++) {  
        downloadAsync(urls[i], onsuccess,  
                      function(error) {  
                        // ?  
                    });  
        // цикл продолжается  
    }  
    throw new Error("ни одна из загрузок не удалась");  
}
```

Следовательно, нам нужно реализовать что-нибудь, что будет работать наподобие цикла, но не продолжит выполняться без явной команды. Решение заключается в реализации цикла в виде функции, позволяющей решать, когда начинать каждый проход:

```
function downloadOneAsync(urls, onsuccess, onfailure)  
{  
    var n = urls.length;  
    function tryNextURL(i) {  
        if (i >= n) {  
            onfailure("ни одна из загрузок  
не удалась");  
            return;  
        }  
        downloadAsync(urls[i], onsuccess, function() {  
            tryNextURL(i + 1);  
        });  
    }  
    tryNextURL(0);  
}
```

Локальная функция `tryNextURL` является рекурсивной: в ее реализацию включен вызов самой этой функции. В обычных JavaScript-средах рекурсивная функция, вызывающая саму себя в синхронном режиме, после слишком большого количества таких вызовов может стать причиной ошибки. Например, следующая простая рекурсивная функция пытается вызвать саму себя 100 000 раз, но в большинстве JavaScript-сред она станет источником ошибки времени выполнения:

```
function countdown(n) {  
    if (n === 0) {  
        return "выполнено";  
    } else {  
        return countdown(n - 1);  
    }  
}  
countdown(100000); // ошибка: превышен максимальный  
размер стека вызовов
```

А как же тогда обеспечить безопасность рекурсивной функции `downloadOneAsync`, если при достаточно большом значении `n` функция `countdown` приведет к ошибке? Чтобы ответить на этот вопрос, давайте сделаем небольшую паузу и разберемся с сообщением об ошибке функции `countdown`.

JavaScript-среды обычно резервируют фиксированную область в памяти, известную как *стек вызовов*, в которой сохраняется информация о том, что делать после возвращения функцией управления. Представьте себе выполнение следующей небольшой программы:

```
function negative(x) {  
    return abs(x) * -1;  
}  
function abs(x) {  
    return Math.abs(x);  
}  
console.log(negative(42));
```

В том месте приложения, где `Math.abs` вызывается с аргументом 42, выполняются несколько других вызовов функ-

ций, каждый из которых для возвращения управления ждет передачи управления от другого вызова. Рисунок 7.2 иллюстрирует состояние стека вызовов на данный момент. В точке каждого вызова функции черный кружок показывает место в программе, где произошел вызов функции и куда этот вызов вернет управление после завершения. Как и в традиционной структуре данных стека, эта информация следует протоколу «последним пришел, первым вышел»: самый последний вызов функции, поместивший информацию в стек (представленный как самый нижний кадр стека), будет первым вытолкнут из стека обратно. Когда `Math.abs` завершит работу, управление вернется функции `abs`, которая передаст управление функции `negative`, а та, в свою очередь, вернет управление внешнему сценарию.

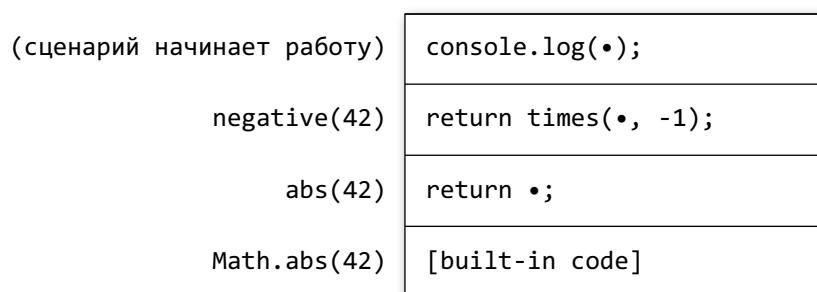
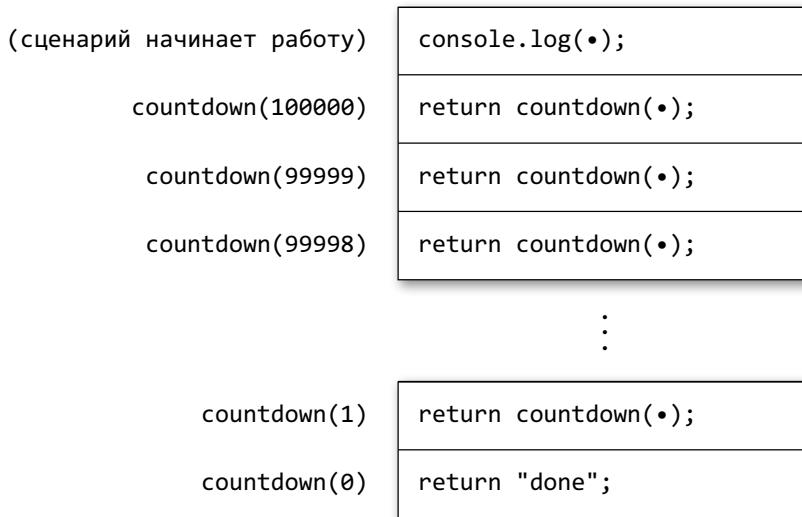


Рис. 7.2. Стек вызовов в ходе выполнения простой программы

Когда программа обрабатывает слишком большое количество вызовов функций, она может выйти за пределы стека вызовов, в результате чего произойдет запуск исключения. Такое состояние известно как *переполнение стека*. В нашем примере вызов `countdown(100000)` требует от функции `countdown` вызова самой себя 100 000 раз, при этом всякий раз в стек проталкивается еще один кадр, как показано на рис. 7.3. Объем пространства, требуемого для хранения такого большого количества кадров стека, превышает значение, которое выделяется большинством JavaScript-сред, что и приводит к ошибке времени выполнения.

**Рис. 7.3.** Стек вызовов в ходе выполнения рекурсивной функции

Теперь посмотрим еще раз на функцию `downloadOneAsync`. В отличие от функции `countdown`, которая не может передать управление, пока не возвращено управление от рекурсивных вызовов, функция `downloadOneAsync` вызывает саму себя только из асинхронной функции обратного вызова. Вспомните, что асинхронные API-интерфейсы возвращают управление немедленно, еще до активизации их функций обратного вызова. Следовательно, функция `downloadOneAsync` возвращает управление, заставляя извлечь свой кадр из стека вызовов, *еще до того*, как любой рекурсивный вызов приведет к новому проталкиванию кадра в стек. (Фактически, функция обратного вызова всегда активизируется в отдельном проходе цикла событий, и каждый проход цикла событий активизирует свой обработчик события при изначально пустом стеке вызовов.) Следовательно, функция `downloadOneAsync` никогда не исчерпает пространство стека вызовов, независимо от того, как много итераций ей требуется.

УЗЕЛКИ НА ПАМЯТЬ

- ◆ Циклы не могут быть асинхронными.
- ◆ Для выполнения итераций на отдельных проходах цикла обработки событий используйте рекурсивные функции.
- ◆ Рекурсии, выполняемые во время отдельных проходов цикла обработки событий, не вызывают переполнения стека вызовов.

65**НЕ БЛОКИРУЙТЕ ОЧЕРЕДЬ СОБЫТИЙ ВЫЧИСЛЕНИЯМИ**

В теме 61 объясняется, что асинхронные API-интерфейсы помогают защитить программу от закупорки очереди событий приложения. Но это еще не все. В конечном счете, любой программист может вам сказать, что можно довольно легко застопорить работу приложения вообще без вызова функции:

```
while (true) { }
```

А для написания вяло работающей программы не нужно даже бесконечного цикла. На выполнение кода тратится время, и неэффективные алгоритмы или структуры данных могут привести к длительным вычислениям. Разумеется, эффективность не является проблемой, уникальной для JavaScript. Однако программирование на основе событий накладывает определенные ограничения. Чтобы сохранить высокий уровень интерактивности в клиентском приложении или гарантировать адекватное обслуживание всех поступающих запросов в серверном приложении, важно поддерживать минимально возможное время прохода каждого цикла событий. В противном случае очередь событий начнет подпираться новыми событиями, разрастаясь быстрее, чем осуществляется диспетчеризация

обработчиков событий, позволяющая снова сократить эту очередь. В среде браузеров затратные вычисления также ведут к тому, что пользователь начинает плохо воспринимать работу приложения, поскольку при выполнении JavaScript-кода имеющийся на странице пользовательский интерфейс большей частью становится невосприимчивым к действиям пользователя.

Итак, что же делать, если ваше приложение нуждается в выполнении затратных вычислений? Однозначного правильного ответа не существует, но есть ряд общедоступных подходов. Возможно, самым простым из них является использование средств параллельной работы, наподобие API-интерфейса `Worker`. Это может быть неплохо для игр с искусственным интеллектом, которым приходится вести поиск в огромном пространстве возможных ходов. Игра может начинаться с порождения выделенного исполнителя для вычисления ходов:

```
var ai = new Worker("ai.js");
```

В результате возникает новый параллельный программный поток выполнения с собственной отдельной очередью событий, использующий в качестве сценария исполнителя исходного файла `ai.js`. Исполнитель запускается в полностью изолированном состоянии: он не имеет непосредственного доступа к каким-либо объектам приложения. Тем не менее приложение и исполнитель могут обмениваться данными путем отправки друг другу строковых *сообщений*. То есть когда игра требует от компьютера сделать ход, она может послать исполнителю сообщение:

```
var userMove = /* ... */;
ai.postMessage(JSON.stringify({
    userMove: userMove
}));
```

Аргумент, передаваемый функции `postMessage`, добавляется к очереди событий исполнителя в виде сообщения. Для обработки реакции исполнителя игра регистрирует обработчика события:

```
ai.onmessage = function(event) {
    executeMove(JSON.parse(event.data).computerMove);
};
```

При этом исходный файл ai.js приказывает исполнителю прислушиваться к сообщениям и выполнять работу, необходимую для вычисления следующих ходов:

```
self.onmessage = function(event) {
    // разбор хода пользователя
    var userMove = JSON.parse(event.data).userMove;
    // генерирование следующего хода компьютера
    var computerMove = computeNextMove(userMove);
    // форматирование хода компьютера
    var message = JSON.stringify({
        computerMove: computerMove
    });
    self.postMessage(message);
};

function computeNextMove(userMove) {
    // ...
}
```

API-интерфейс, подобный Worker, предоставляется не всеми JavaScript-платформами. И временами издержки от передачи сообщений могут стать слишком затратными. Другой подход заключается в разбиении алгоритма на несколько этапов, каждый из которых состоит из управляемых частей. Рассмотрим алгоритм рабочего списка из темы 48 для поиска в схеме социальной сети:

```
Member.prototype.inNetwork = function(other) {
    var visited = {};
    var worklist = [this];
    while (worklist.length > 0) {
        var member = worklist.pop();
        // ...
        if (member === other) { // найден?
            return true;
        }
        // ...
```



```
    }
    return false;
};
```

Если цикл `while`, положенный в основу данной процедуры, слишком затратен, поиск может заблокировать очередь событий приложения на недопустимо большой период времени. Даже если нужный API-интерфейс доступен, он может обойтись слишком дорого или быть неудобным в реализации, поскольку требует либо копирования всего состояния сетевой схемы, либо хранения состояния схемы в исполнителе и непременного использования сообщения, передаваемого для обновления сети или отправки к ней запроса.

К счастью, алгоритм определен как последовательность отдельных этапов: проходов цикла `while`. Мы можем преобразовать `inNetwork` в асинхронную функцию путем добавления параметра функции обратного вызова и, как указано в теме 64, заменив цикл `while` асинхронной рекурсивной функцией:

```
Member.prototype.inNetwork = function(other, callback)
{
    var visited = {};
    var worklist = [this];
    function next() {
        if (worklist.length === 0) {
            callback(false);
            return;
        }
        var member = worklist.pop();
        // ...
        if (member === other) { // найден?
            callback(true);
            return;
        }
        // ...
        setTimeout(next, 0); // планирование следующей
                             // итерации
    }
}
```

```
setTimeout(next, 0); // планирование первой
// итерации
};
```

Давайте подробно рассмотрим порядок работы этого кода. Вместо цикла `while` мы написали локальную функцию по имени `next`, отвечающую за одну итерацию цикла, а затем запланировали запуск следующей итерации в очереди событий приложения в асинхронном режиме. Это позволяет другим событиям, произошедшим за это время, быть обработанными до следующей итерации. Когда поиск завершится либо из-за нахождения совпадения, либо из-за того, что будет исчерпан рабочий список, мы вызовем функцию обратного вызова с результирующим значением и фактически завершим цикл, вернув управление из `next` без планирования каких-либо дополнительных итераций.

Для планирования итераций мы используем обычный API-интерфейс `setTimeout`, доступный на многих JavaScript-платформах, чтобы зарегистрировать `next` для максимально быстрого запуска (через 0 миллисекунд). Тем самым достигается эффект добавления функции обратного вызова к очереди событий почти сразу же. Стоит заметить, что при всей относительной переносимости `setTimeout` между платформами зачастую имеется более удачная альтернатива. Например, в среде браузеров минимальный тайм-аут фактически превращается в 4 миллисекунды, поэтому лучше воспользоваться функцией `postMessage`, которая ставит событие в очередь без промедления.

Если вам кажется, что выполнение только одной итерации алгоритма на каждом проходе очереди событий приложения напоминает стрельбу из пушки по воробьям, мы можем настроить алгоритм на выполнение при каждом проходе заданного количества итераций. Это легко сделать с помощью простого счетчика цикла, окружающего основную часть функции `next`:

```
Member.prototype.inNetwork = function(other, callback)
{
    // ...
    function next() {
        // ...
```



```
for (var i = 0; i < 10; i++) {  
    // ...  
}  
setTimeout(next, 0);  
}  
setTimeout(next, 0);  
};
```

УЗЕЛКИ НА ПАМЯТЬ

- ❖ Избегайте использования затратных алгоритмов в основной очереди событий.
- ❖ На платформах, поддерживающих API-интерфейс `Worker`, этот интерфейс можно использовать для инициирования длинных вычислений в отдельной очереди событий.
- ❖ Когда API-интерфейс `Worker` недоступен или его использование оказывается слишком затратным, рассмотрите возможность разбиения вычисления на несколько проходов цикла событий.

66

ИСПОЛЬЗУЙТЕ СЧЕТЧИК ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ОПЕРАЦИЙ

В теме 63 предлагалась вспомогательная функция `downloadAllAsync`, получающая массив URL-адресов, загружающая с них информацию и возвращающая массив содержимого файлов, по одной строке на каждый URL-адрес. Кроме избавления от вложенных функций обратного вызова, основным преимуществом функции `downloadAllAsync` была параллельная загрузка файлов: не ожидая завершения загрузки каждого файла, мы можем сразу инициировать все загрузки в одном проходе цикла событий.

Логика параллельного выполнения имеет довольно утонченный характер и в ней легко ошибиться. Рассмотрим реализацию с не вполне очевидным недостатком:

```
function downloadAllAsync(urls, onsuccess, onerror) {  
    var result = [], length = urls.length;  
    if (length === 0) {  
        setTimeout(onsuccess.bind(null, result), 0);  
        return;  
    }  
    urls.forEach(function(url) {  
        downloadAsync(url, function(text) {  
            if (result) {  
                // условия гонок  
                result.push(text);  
                if (result.length === urls.length) {  
                    onsuccess(result);  
                }  
            }  
        }, function(error) {  
            if (result) {  
                result = null;  
                onerror(error);  
            }  
        });  
    });  
}
```

В этой функции кроется серьезный изъян, но сначала давайте посмотрим, как она работает. Все начинается с того, что если входной массив пуст, мы гарантируем, что функция обратного вызова активизируется с пустым результатирующим массивом — если бы мы этого не сделали, то ни одна из функций обратного вызова никогда бы не была активизирована, поскольку цикл `forEach` был бы пуст. (В теме 67 объясняется, почему мы вызываем `setTimeout` для активизации функции обратного вызова `onsuccess` вместо того, чтобы вызвать ее напрямую.) Затем мы осуществляем перебор массива URL-адресов, запрашивая асинхронную загрузку информации из каждого из них. При каждой успешной загрузке мы добавляем содержимое файла к результатирующему массиву; если информация со всех URL-адресов успешно загружена, мы вызываем функцию обратного вызова `onsuccess` с заполненным результатиру-

ющим массивом. Если какая-нибудь загрузка не сработает, мы активизируем функцию обратного вызова `onerror` со значением ошибки. В случае нескольких отказов при загрузке мы устанавливаем для результирующего массива значение `null`, чтобы гарантировать однократный вызов функции `onerror` для первой же случившейся ошибки.

Чтобы понять, что пошло не так, рассмотрим следующий код:

```
var filenames = [
    "huge.txt", // огромный файл
    "tiny.txt", // небольшой файл
    "medium.txt" // файл среднего размера
];

downloadAllAsync(filenames, function(files) {
    console.log("Огромный файл: " + files[0].length);
        // небольшой
    console.log("Небольшой файл: " + files[1].length);
        // средний
    console.log("Средний файл: " + files[2].length);
        // огромный
}, function(error) {
    console.log("Ошибка : " + error);
});
```

Поскольку файлы загружаются параллельно, события могут происходить в произвольном порядке (и, следовательно, в произвольном порядке добавляться в очередь событий приложения). Если, к примеру, загрузка `tiny.txt` завершится первой, а за ней последуют загрузки `medium.txt` и `huge.txt`, то функции обратного вызова, установленные в `downloadAllAsync`, будут вызваны не в том порядке, в котором они создавались. Однако реализация `downloadAllAsync` помещает каждый промежуточный результат в конец результирующего массива по мере его поступления. Следовательно, `downloadAllAsync` создает массив, содержащий загруженные файлы, сохраненные в неизвестном порядке. Правильно пользоваться подобным API-интерфейсом практически невозможно, поскольку

у вызывающего кода нет способа определить, какой из результатов будет получен. Показанный ранее пример, где предполагается, что результаты будут следовать в том же порядке, в котором выстроен входной массив, в данном случае совершенно неработоспособен.

В теме 48 было введено понятие недетерминированности: неопределенного поведения, на которое программа не может предсказать отреагировать. Параллельные события являются наиболее серьезным источником недетерминированности в JavaScript. В частности, не гарантируется, что *тот порядок, в котором события происходят*, от одного выполнения приложения к другому будет одним и тем же.

Когда правильная работа приложения зависит от конкретного порядка следования событий, говорят, что данные приложения оказываются в состоянии гонок: множество параллельных действий могут вносить изменения в общие структуры данных по-разному в зависимости от порядка, в котором эти действия происходят. (В интуитивном понимании параллельные операции «состязаются» друг с другом, пытаясь прийти к финишу первой.) Ситуация гонок — поистине садистская ошибка: при конкретном тестировании она может не проявляться, но при этом при каждом запуске одна и та же программа может вести себя по-разному. Например, пользователь функции `downloadAllAsync` может попытаться изменить порядок следования файлов на основе того, какой из них, скорее всего, будет загружен первым:

```
downloadAllAsync(filenames, function(files) {
  console.log("Огромный файл: " + files[2].length);
  console.log("Небольшой файл: " + files[0].length);
  console.log("Средний файл: " + files[1].length);
}, function(error) {
  console.log("Ошибка: " + error);
});
```

В данном случае результат большую часть времени может поступать в одном и том же порядке, но время от времени из-за возможных изменений загруженности сервера или

состояния сетевой кэш-памяти файлы могут не поступать в ожидаемом порядке. Диагностировать такие ошибки, как правило, труднее всего, поскольку их очень трудно воспроизвести. Разумеется, мы можем вернуться к последовательной загрузке файлов, но тогда потерянем в производительности, достигнутой благодаря параллелизму.

Решение заключается в такой реализации функции `downloadAllAsync`, в которой она бы всегда обеспечивала предсказуемость результатов независимо от непредсказуемого порядка наступления событий. Вместо помещения каждого результата в конец массива, мы сохраним его под его исходным индексом:

```
function downloadAllAsync(urls, onsuccess, onerror) {
    var length = urls.length;
    var result = [];
    if (length === 0) {
        setTimeout(onsuccess.bind(null, result), 0);
        return;
    }
    urls.forEach(function(url, i) {
        downloadAsync(url, function(text) {
            if (result) {
                result[i] = text;
                // сохранение под фиксированным индексом
                // условия гонок
                if (result.length === urls.length) {
                    onsuccess(result);
                }
            }
        }, function(error) {
            if (result) {
                result = null;
                onerror(error);
            }
        });
    });
}
```

В данной реализации используется второй аргумент функции обратного вызова `forEach`, который предоставляет индекс массива для текущей итерации. К сожалению, код все еще содержит ошибки. В теме 51 описывается соглашение об обновлении массивов: установка индексированного свойства всегда гарантирует, что имеющееся у массива свойство `length` будет больше индекса этого свойства. Представим себе следующий запрос:

```
downloadAllAsync(["huge.txt", "medium.txt", "tiny.txt"]);
```

Если файл `tiny.txt` загрузится прежде других файлов, результирующий массив приобретет свойство с индексом 2, что приведет к обновлению `result.length` до 3. Вызов пользователем функции обратного вызова в случае успеха будет осуществлен преждевременно с неполным массивом результатов.

Для исправления реализации используем счетчик, предназначенный для отслеживания количества отложенных операций:

```
function downloadAllAsync(urls, onsuccess, onerror) {
    var pending = urls.length;
    var result = [];

    if (pending === 0) {
        setTimeout(onsuccess.bind(null, result), 0);
        return;
    }

    urls.forEach(function(url, i) {
        downloadAsync(url, function(text) {
            if (result) {
                result[i] = text;
                // сохранение с фиксированным индексом
                pending--;
                // регистрация успеха
                if (pending === 0) {
                    onsuccess(result);
                }
            }
        })
    })
}
```



```
        }
    }, function(error) {
        if (result) {
            result = null;
            onerror(error);
        }
    });
});
}
}
```

Теперь не важно, в каком порядке происходят события, счетчик `pending` четко показывает, когда завершатся все события, поэтому полные результаты возвращаются в должном порядке.

УЗЕЛКИ НА ПАМЯТЬ

- ◆ События в JavaScript-приложении происходят недетерминированно, то есть в непредсказуемом порядке.
- ◆ Чтобы исключить конкуренцию данных в параллельных операциях, используйте счетчик.

67

НЕ ВЫЗЫВАЙТЕ АСИНХРОННЫЕ ФУНКЦИИ ОБРАТНОГО ВЫЗОВА В СИНХРОННОМ РЕЖИМЕ

Представим себе вариант функции `downloadAsync`, сохраняющей кэш (реализованный в виде объекта `Dict` — см. тему 45) для предотвращения загрузки одного и того же файла несколько раз. В случаях, когда файлы уже кэшированы, возникает соблазн активизировать функцию обратного вызова немедленно:

```
var cache = new Dict();
```

```
function downloadCachingAsync(url, onsuccess, onerror)
```

67. Не вызывайте асинхронные функции обратного вызова в синхронном режиме

```
{  
    if (cache.has(url)) {  
        onsuccess(cache.get(url)); // синхронный вызов  
        return;  
    }  
    return downloadAsync(url, function(file) {  
        cache.set(url, file);  
        onsuccess(file);  
    }, onerror);  
}
```

Каким бы естественным ни казалось немедленное предоставление данных при их доступности, это практически неуловимо нарушает ожидания клиентов асинхронного API-интерфейса. Прежде всего изменяется ожидаемый порядок выполнения операций. В теме 62 был показан следующий пример, который для асинхронных API-интерфейсов с нормальным функционированием всегда бы регистрировал сообщения в предсказуемом порядке:

```
downloadAsync("file.txt", function(file) {  
    console.log("finished");  
});  
console.log("starting");
```

Используя показанную ранее простую реализацию `downloadCachingAsync`, такой клиентский код может регистрировать события в любом порядке, зависящем от того, были ли кэширован файл:

```
downloadCachingAsync("file.txt", function(file) {  
    console.log("finished"); // может произойти первым  
});  
console.log("starting");
```

Порядок следования регистрационных сообщений — это всего лишь один из примеров. Намного чаще целью асинхронных API-интерфейсов является обеспечение четкого разделения проходов цикла событий. Как уже объяснялось в теме 61, это упрощает параллельное выполнение за счет того, что при проходе цикла событий коду не нужно за-

ботиться о том, что другой код параллельно вносит изменения в общие структуры данных. Асинхронная функция обратного вызова, вызываемая синхронно, нарушает это разделение, заставляя код, предназначенный для собственного прохода цикла событий, выполняться до завершения текущего прохода.

Например, приложение может сохранять очередь файлов, оставшихся незагруженными, и выводить сообщение пользователю:

```
downloadCachingAsync(remaining[0], function(file) {  
    remaining.shift();  
    // ...  
});  
  
status.display("Загружается " + remaining[0] + "...");
```

Если функция обратного вызова активизируется синхронно, выводимое сообщение покажет неверное имя файла (или, что еще хуже, значение "`undefined`", если очередь пуста).

Активизация асинхронной функции обратного вызова может привести к еще более серьезным проблемам. В теме 64 объясняется, что асинхронные функции обратного вызова предназначены для вызова с полностью пустым стеком вызовов, поэтому безопаснее реализовать асинхронные циклы в виде рекурсивных функций, не опасаясь за бесконечное расходование пространства стека вызовов. Синхронный вызов лишает этих гарантий, позволяя якобы асинхронному циклу израсходовать пространство стека вызовов до конца. Еще одной проблемой становятся исключения: при использовании показанной ранее реализации функции `downloadCachingAsync`, если функция обратного вызова вбрасывает исключение, оно произойдет при проходе цикла событий, который инициировал загрузку, а не в отдельном проходе, как это ожидалось.

Чтобы гарантировать активизацию функции обратного вызова исключительно в асинхронном режиме, можно воспользоваться существующими асинхронными API-интер-

67. Не вызывайте асинхронные функции обратного вызова в синхронном режиме

фейсами. Точно так же, как это делалось в темах 65 и 66 для добавления функции обратного вызова к очереди событий после минимального тайм-аута, мы воспользуемся обычной библиотечной функцией `setTimeout`. В зависимости от используемой платформы, для планирования немедленных событий могут быть и другие, более предпочтительные альтернативы функции `setTimeout`:

```
var cache = new Dict();

function downloadCachingAsync(url, onsuccess, onerror)
{
    if (cache.has(url)) {
        var cached = cache.get(url);
        setTimeout(onsuccess.bind(null, cached), 0);
        return;
    }
    return downloadAsync(url, function(file) {
        cache.set(url, file);
        onsuccess(file);
    }, onerror);
}
```

Мы воспользовались методом `bind` (см. тему 25), чтобы сохранить результат в качестве первого аргумента функции обратного вызова `onsuccess`.

УЗЕЛКИ НА ПАМЯТЬ

- ◆ Никогда не вызывайте асинхронную функцию обратного вызова в синхронном режиме, даже если доступ к данным можно получить немедленно.
- ◆ Вызов асинхронной функции обратного вызова в синхронном режиме разрушает ожидаемую последовательность выполнения операций и может вести к нежданному расслоению кода.
- ◆ Вызов асинхронной функции обратного вызова в синхронном режиме может вести к переполнению стека или неуправляемым исключениям.
- ◆ Для планирования запуска асинхронных функций обратного вызова в другой последовательности используйте асинхронный API-интерфейс, например функцию `setTimeout`.

68

ИСПОЛЬЗУЙТЕ ОБЯЗАТЕЛЬСТВА ДЛЯ БОЛЕЕ ПОНЯТНОЙ АСИНХРОННОЙ ЛОГИКИ

Популярным альтернативным способом структуризации асинхронных API-интерфейсов является использование *обязательств* (promises), иногда называемых *отсрочками* (deferreds), или *фьючерсами* (futures). Рассматриваемые в данной главе асинхронные API-интерфейсы получают функции обратного вызова в качестве аргументов:

```
downloadAsync("file.txt", function(file) {
    console.log("файл: " + file);
});
```

В отличие от этого API-интерфейсы, основанные на обязательствах, не получают функции обратного вызова в виде аргументов, а возвращают объект обязательства, который сам получает функции обратного вызова посредством своего метода `then`:

```
var p = downloadP("file.txt");

p.then(function(file) {
    console.log("файл: " + file);
});
```

Пока по внешнему виду отличий от исходной версии не так уж много. Но эффективность обязательств заключается в их *сочетаемости* (composability). Функция обратного вызова, переданная `then`, может использоваться не только для выполнения действий (в показанном примере для вывода на консоль), но и для выдачи результатов. Путем возвращения значения из функции обратного вызова мы можем составить новое обязательство:

```
var fileP = downloadP("file.txt");

var lengthP = fileP.then(function(file) {
    return file.length;
```

```
});  
  
lengthP.then(function(length) {  
    console.log("длина: " + length);  
});
```

Обязательство можно трактовать как объект, который представляет *конечное значение* — он инкапсулирует параллельную операцию, которая может быть еще не завершена, но в конечном счете производит результирующее значение. Метод `then` позволяет взять объект обязательства, представляющий один тип конечного значения, и сгенерировать новый объект обязательства, представляющий другой тип конечного значения — все, что мы возвращаем из функции обратного вызова.

Возможность создания новых обязательств из существующих дает им большую гибкость, позволяя задействовать некоторые простые, но очень эффективные идиомы. Например, относительно легко создать вспомогательную функцию для «слияния» результатов нескольких обязательств:

```
var filesP = join(downloadP("file1.txt"),  
                  downloadP("file2.txt"),  
                  downloadP("file3.txt"));  
  
filesP.then(function(files) {  
    console.log("файл1: " + files[0]);  
    console.log("файл2: " + files[1]);  
    console.log("файл3: " + files[2]);  
});
```

Библиотеки обязательств часто предоставляют вспомогательную функцию с именем `when`, которая может использоваться аналогичным образом:

```
var fileP1 = downloadP("file1.txt"),  
    fileP2 = downloadP("file2.txt"),  
    fileP3 = downloadP("file3.txt");  
  
when([fileP1, fileP2, fileP3], function(files) {
```



```
        console.log("файл1: " + files[0]);
        console.log("файл2: " + files[1]);
        console.log("файл3: " + files[2]);
    });
}
```

Обязательства дают превосходный уровень абстракции отчасти из-за того, что извещают о своих результатах путем возвращения значений из своих методов `then` или объединения обязательств с помощью таких вспомогательных функций, как `join`, а не путем записи в общие структуры данных посредством параллельных функций обратного вызова. По сути, это безопаснее, так как позволяет избежать условий гонок данных, рассмотренных в теме 66. Даже самый добросовестный программист может допустить простую ошибку, сохраняя результаты асинхронных операций в общих переменных или структурах данных:

```
var file1, file2;

downloadAsync("file1.txt", function(file) {
    file1 = file;
});

downloadAsync("file2.txt", function(file) {
    file1 = file; // неверная переменная
});
```

Обязательства позволяют избегать подобных ошибок, поскольку сам лаконичный стиль обязательств предотвращает изменение общих данных.

Также следует отметить, что последовательные цепочки асинхронной логики фактически проявляют последовательность с помощью обязательств, а не с помощью громоздких схем вложений, показанных в теме 62. К тому же, через обязательства происходит автоматическое распространение обработки ошибок. Когда вы через обязательства выстраиваете в цепочку коллекцию асинхронных операций, вы можете предоставить единую функцию обратного вызова для обработки ошибок во всей последовательности, вместо того чтобы передавать функцию

обратного вызова, обрабатывающую ошибку, на каждом этапе, как в коде, показанном в теме 63.

Несмотря на все сказанное, иногда полезно целенаправленно создавать условия для некоторых разновидностей гонок, и обязательства предоставляют для этого весьма элегантный механизм. Например, приложению может быть полезно попытаться загрузить один и тот же файл одновременно с нескольких серверов, выбирая тот экземпляр файла, загрузка которого завершится первой. Вспомогательная функция `select` (или `choose`) из нескольких обязательств производит обязательство, значением которого является первый доступный результат. Иными словами, она «устраивает конки» нескольких обязательств друг с другом:

```
var fileP =
  select(downloadP("http://example1.com/file.txt"),
         downloadP("http://example2.com/file.txt"),
         downloadP("http://example3.com/file.
txt"));

fileP.then(function(file) {
  console.log("файл: " + file);
});
```

Еще одним вариантом использования функции `select` является предоставление тайм-аутов для прекращения операций, занимающих слишком много времени:

```
var fileP = select(downloadP("file.txt"),
timeoutErrorP(2000));

fileP.then(function(file) {
  console.log("файл: " + file);
}, function(error) {
  console.log("Ошибка ввода-вывода или истечение
тайм-аута: " + error);
});
```

В этом последнем примере показан механизм предоставления обязательству в качестве второго аргумента `then` функций обратного вызова для обработки ошибок.

УЗЕЛКИ НА ПАМЯТЬ

- ◆ Обязательства представляют конечные значения, то есть параллельные вычисления, которые в конечном итоге производят результат.
- ◆ Используйте обязательства для составления различных параллельных операций.
- ◆ Используйте API-интерфейсы обязательств, чтобы избежать ситуации гонок данных.
- ◆ Используйте вспомогательную функцию `select` (также известную как `choose`) в ситуациях, когда специально требуется воспроизвести условия гонок.

Дэвид Херман

Сила JavaScript. 68 способов эффективного использования JS

Перевел с английского Н. Вильчинский

Заведующий редакцией	<i>А. Кривцов</i>
Руководитель проекта	<i>А. Юрченко</i>
Ведущий редактор	<i>Ю. Сергиенко</i>
Художественный редактор	<i>Л. Адуевская</i>
Корректор	<i>В. Листова</i>
Верстка	<i>Л. Родионова</i>

ООО «Питер Пресс», 192102, Санкт-Петербург, ул. Андреевская (д. Волкова),
д. 3, литер А, пом. 7Н.

Налоговая льгота — общероссийский классификатор продукции ОК 005-93,
том 2; 95 3005 — литература учебная.

Подписано в печать 26.04.13. Формат 70х100/16. Усл. п. л. 23,220.

Тираж 2000. Заказ

Отпечатано по технологии СоД в ООО «Полиграфический комплекс
«ЛЕНИЗДАТ». 194044, Санкт-Петербург, ул. Менделеевская, 9.
Телефон / факс (812) 495-56-10.

ВАМ НРАВЯТСЯ НАШИ КНИГИ? ЗАРАБАТЫВАЙТЕ ВМЕСТЕ С НАМИ!

У Вас есть свой сайт?

Вы ведете блог?

Регулярно общаетесь на форумах? Интересуетесь литературой, любите рекомендовать хорошие книги и хотели бы стать нашим партнером?

ЭТО ВПОЛНЕ РЕАЛЬНО!

СТАНЬТЕ УЧАСТНИКОМ ПАРТНЕРСКОЙ ПРОГРАММЫ ИЗДАТЕЛЬСТВА «ПИТЕР»!

-  Зарегистрируйтесь на нашем сайте в качестве партнера по адресу www.piter.com/ePartners
-  Получите свой персональный уникальный номер партнера
-  Выбирайте книги на сайте www.piter.com, размещайте информацию о них на своем сайте, в блоге или на форуме и добавляйте в текст ссылки на эти книги (на сайт www.piter.com)

ВНИМАНИЕ! В каждую ссылку необходимо добавить свой персональный уникальный номер партнера.

С этого момента получайте 10% от стоимости каждой покупки, которую совершил клиент, прийдя в интернет-магазин «Питер» по ссылке с Вашим партнерским номером. А если покупатель приобрел не только эту книгу, но и другие издания, Вы получаете дополнительно по 5% от стоимости каждой книги.

Деньги с виртуального счета Вы можете потратить на покупку книг в интернет-магазине издательства «Питер», а также, если сумма будет больше 500 рублей, перевести их на кошелек в системе Яндекс.Деньги или Web.Money.

Пример партнерской ссылки:

<http://www.piter.com/book.phtml?978538800282> – обычная ссылка
<http://www.piter.com/book.phtml?978538800282&refer=0000> – партнерская ссылка, где 0000 – это ваш уникальный партнерский номер

**Подробно о Партнерской программе
ИД «Питер» читайте на сайте
WWW.PITER.COM**

