Михаил Фленов

Библия C#

5-е издание

Программирование для .NET на C#
Платформа .NET
Базы данных
Веб-программирование
Сетевое программирование
Повторное использование кода
Изучение языка на полезных примерах

Материалы
на www.bhv.ru

bhv®

Михаил Фленов

Библия C#

5-е издание

Санкт-Петербург
«БХВ-Петербург»
2022

УДК 004.438 C#
ББК 32.973.26-018.1
Ф71

Фленов М. Е.

Ф71 Библия C#. — 5-е изд., перераб. и доп. — СПб.: БХВ-Петербург, 2022. — 464 с.: ил.

ISBN 978-5-9775-6827-2

Книга посвящена программированию на языке C# для платформы Microsoft .NET, начиная с основ языка и разработки программ для работы в режиме командной строки и заканчивая созданием современных веб-приложений. Материал сопровождается большим количеством практических примеров. Подробно описывается логика выполнения каждого участка программы. Уделено внимание вопросам повторного использования кода. В пятом издании примеры переписаны с учетом современной платформы .NET 5, а вместо прикладных приложений упор делается на веб-приложения. На сайте издательства находятся коды программ, дополнительная справочная информация и копия базы данных для выполнения примеров из книги.

Для программистов

УДК 004.438 C#
ББК 32.973.26-018.1

Группа подготовки издания:

Руководитель проекта	*Евгений Рыбаков*
Зав. редакцией	*Людмила Гауль*
Редактор	*Григорий Добин*
Компьютерная верстка	*Ольги Сергиенко*
Дизайн обложки	*Инны Тачиной*
Оформление обложки	*Карины Соловьевой*

"БХВ-Петербург", 191036, Санкт-Петербург, Гончарная ул., 20.

ISBN 978-5-9775-6827-2

Оглавление

Предисловие

Хотя эта книга и носит название «Библия C#», посвящена она в целом платформе .NET от компании Microsoft. Частью этой платформы стали ОС, инструменты разработчика и .NET Framework — программный фреймворк для разработчика, чтобы мы могли писать приложения для платформы .NET. Надеюсь, я вас не запутал с первого же абзаца?

Фреймворк, если максимально упростить пояснение, — это библиотеки, предоставляющие языку программирования функционал, который мы можем использовать для написания программ.

Первый .NET Framework появился в феврале 2002 года и на момент подготовки этого издания остается совсем чуть-чуть до его 20-летия, которое можно было бы отпраздновать, если бы не одно обстоятельство — в 2020 году на нем «поставили крест». Да, 2020 год оставил серьезный след в нашей истории. Вот и .NET Framework, просуществовав 19 лет, в этом году «умер», но чтобы возродиться вновь…

Большинство языков программирования с богатой историей обладают одним большим недостатком. За время существования в них накапливается много устаревшего и небезопасного, но все это остается в языке для сохранения совместимости с уже написанным кодом. Разработка абсолютно нового языка позволила компании Microsoft избавиться от всего старого и создать нечто новое, чистое и светлое. Наверное, это слишком громкие слова, но сказать их тем не менее хочется.

В 2002 году язык программирования C# создавался практически с нуля специально, чтобы упростить с помощью .NET Framework разработку программ под платформу .NET, и язык этот сделали достаточно чистым и современным на тот период времени. Да и сейчас C# остается все еще современным и весьма популярным языком. Однако основной целью платформы .NET по факту была разработка приложений под ОС Windows. А во времена Билла Гейтса и Стива Балмера компания Microsoft не любила конкуренцию и не хотела поддерживать Linux или macOS, но времена меняются, и новое руководство Microsoft решило дружить с конкурентами.

Первое, что нужно было сделать ради зарождающейся дружбы, — расширить язык программирования C# с поддержки Windows еще и на Linux, и на macOS. Но вот

только .NET Framework был заточен конкретно на Windows, и компанией было принято решение переписать его заново. Следуя ему, в 2016 году Microsoft начинает грандиозный проект, целью которого стало переписать фреймворк таким образом, чтобы приложения запускались не только на Windows, но и в других ОС, и этот проект вышел под именем .NET Core. В нем сохранялось все самое лучшее от .NET Framework — лучшие классы, лучшие методы — при максимальном желании обеспечить совместимость и сделать все так, чтобы и сам .NET стал лучше.

Всего вышло три версии .NET Core, и в прошлом году он практически догнал своего предшественника .NET Framework по части возможностей написания веб-приложений. И тогда Microsoft принимает решение — .NET Framework далее не развивать. Его будут поддерживать, исправлять возможные баги, но новых версий ожидать не стоит, последней версией так и останется 4.8. Основным же фреймворком будет теперь .NET Core, ставший настолько продвинутым, что ему поменяли даже имя, отбросив «Core», — теперь это просто .NET.

Итак, .NET Framework просуществовал до версии 4.8, .NET Core — до версии 3.1. На смену им пришел фреймворк .NET 5. Фактически он представляет собой продолжение ветки .NET Core, но с учетом того, что «Core» более в его названии не фигурирует, мы сразу же можем сказать, что это — наше будущее.

Новый фреймворк .NET действительно очищен от многих ошибок и проблем прошлого, потому что основной язык C# создан относительно недавно, да и библиотеки кода были не так давно полностью переписаны в соответствии с современными реалиями.

Фреймворк .NET создан максимально совместимым с .NET Framework, чтобы программисты могли легко на него мигрировать и не потерять наработки, которые они сделали за последние 19 лет. Если вы знаете .NET Framework, то вам не придется переучиваться. Эта книга изначально была написана во время существования .NET Framework, и мне практически не пришлось изменять включенный в нее код, несмотря на выход .NET Core и .NET 5, потому что большинство изменений произошли внутри фреймворка за счет его переписывания и оптимизации. Из него убрали все зависимости с ОС Windows и сделали его универсальным для возможности работы с ним в Linux и macOS.

Чтобы понять, почему мне нравятся .NET и C#, давайте выделим их реальные преимущества. Итак, к основным их преимуществам я бы отнес:

- *универсальный API* — на каком бы языке вы ни программировали, вам предоставляются одни и те же имена классов и методов. Еще недавно это было большим преимуществом, потому что для .NET можно было писать не только на C#, но и на Visual Basic или C++, но Visual Basic «заморозили» и, по последним данным, развивать его больше не станут. Его не «убивают», но новых возможностей в него, скорее всего, добавлять не будут;
- *защищенный код* — платформу Win32 очень часто ругали за ее незащищенность. В ней, действительно, есть очень слабое звено — незащищенность кода и возможность перезаписывать любые участки памяти. Самым страшным в Win32 была работа с массивами, памятью и со строками (последние являются разно-

видностью массива). С одной стороны, это предоставляет мощные возможности системному программисту, который умеет правильно распоряжаться памятью. С другой стороны, в руках неопытного программиста такая возможность превращается в уязвимость. Сколько раз нам приходилось слышать об ошибках переполнения буфера из-за неправильного выделения памяти? Уже и сосчитать сложно.

На платформе .NET вероятность такой ошибки стремится к нулю — если вы используете управляемый код и Microsoft не допустит ошибок при реализации самой платформы.

Впрочем, платформа .NET не является абсолютно безопасной, потому что существуют не только ошибки переполнения буфера, есть еще и ошибки логики работы программы. А такие ошибки являются самыми опасными, и от них нет «волшебной таблетки»;

- *полная ориентированность на объекты*. Объектно-ориентированное программирование (ООП) — это не просто дань моде, это мощь, удобство и скорость разработки. Платформа Win32 все еще основана на процедурах и наследует все недостатки этого подхода. Любые объектные надстройки — такие как Object Windows Library (OWL), Microsoft Foundation Classes (MFC) и др. — решают далеко не все задачи;
- *сборка мусора* — начинающие программисты очень часто путаются с тем, когда нужно выделить память, когда освободить память, как правильно освободить всю выделенную память, а когда это делать не обязательно или даже вредно. Приходится долго объяснять, что такое локальные и глобальные переменные, распределение памяти, стек и т. д. Даже опытные программисты нередко допускают ошибки при освобождении памяти. А ведь если память освободить раньше, чем надо, то обращение к несуществующим объектам приведет к краху программы.

  На платформе .NET за уничтожение объектов, хотя вы и можете косвенно повлиять на этот процесс, отвечает сама платформа. В результате у вас не будет утечек памяти, и вместо того, чтобы думать об освобождении ресурсов, вы можете заниматься более интересными вещами. А это приводит и к повышению производительности труда;
- *распределенные вычисления* — платформа .NET ускоряет разработку приложений с распределенными вычислениями, что достаточно важно для корпоративного программного обеспечения. В качестве транспорта при взаимодействии используются технологии HTTP[1], XML[2], SOAP[3], REST[4] и великолепная и быстрая

[1] HTTP, HyperText Transfer Protocol — протокол передачи гипертекстовых файлов.

[2] XML, Extensible Markup Language — расширяемый язык разметки.

[3] SOAP, Simple Object Access Protocol — простой протокол доступа к объектам.

[4] REST, Representational state transfer — если дословно, то это репрезентативная передача состояния.

среда WCF (Windows Communication Foundation), которая позволяет связывать сервисы различными протоколами;

- *открытость стандартов* — при рассмотрении предыдущего преимущества мы затронули открытые стандарты HTTP, XML, SOAP и REST. Открытость — это неоспоримое преимущество, потому что предоставляет разработчику большую свободу. Платформа .NET является открытой, и ее может использовать кто угодно. Недавно Microsoft начала перенос .NET на другие платформы.

Список можно продолжать и дальше, но уже видно, что будущее есть. Каким станет это будущее — пока еще большой и сложный вопрос. Но, глядя на средства, которые были вложены в разработку и рекламную кампанию .NET, можно предположить, что Microsoft не упустит своего и сделает все возможное для обеспечения его долгой и счастливой жизни.

Я знаком с платформой .NET с момента появления ее первой версии и пытался изучать ее, несмотря на то, что синтаксис и возможности платформы, как уже было отмечено ранее, не вызывали у меня восторга. Да, язык C# вобрал в себя все лучшее от C++ и Delphi, но все равно работа с ним особого удовлетворения поначалу не приносила. Тем не менее я продолжал его изучать в свободное время, т. к. люблю находиться на гребне волны, а не стоять в очереди за догоняющими.

Возможно, мое первоначальное отрицательное отношение к .NET было связано со скудными возможностями самой среды разработки Visual Studio, потому что после выхода финальной версии Visual Studio .NET и версии .NET Framework 2.0 мое отношение к языку начало меняться к лучшему. Язык и среда разработки стали намного удобнее, а код — читабельным, что очень важно при разработке больших проектов. Очень сильно код улучшился благодаря появлению частичных классов (partial classes) и тому, что Microsoft отделила описание визуальной части от основного кода. С этого момента классы стали выглядеть намного чище и красивее.

А с появлением .NET 5 и полноценной поддержки macOS и Linux я теперь могу писать приложения на моем любимом C# на MacBook Pro с помощью среды разработки Visual Studio для macOS или более простого и быстрого редактора кода Visual Studio Code.

В настоящее время мое личное отношение к языку и среде разработки Visual Studio .NET более чем положительное. Для меня эта платформа стала номером один в моих личных проектах. И я продолжаю удивляться, как одна компания смогла разработать за такой короткий срок целую платформу, позволяющую быстро решать широкий круг задач.

Благодарности

Я хочу в очередной раз поблагодарить свою семью, которая была вынуждена терпеть мое отсутствие, пока я сидел над книгой.

Я благодарю всех тех, кто помогал мне в работе с ней в издательстве «БХВ»: редакторов и корректоров, дизайнеров и верстальщиков — всех, кто старался сделать эту книгу интереснее для читателя.

Спасибо всем моим друзьям — тем, кто меня поддерживал, и всем тем, кто уговорил меня все же написать эту книгу, а это в большинстве своем посетители моего сайта **www.flenov.info**.

Бонус

Я долго не хотел браться за этот проект, имея в виду, что люди в наше время не покупают книги, а скачивают их из Интернета, да и тратить свободное время, отрывая его от семьи, тяжеловато. Очень жаль, что люди не покупают книг. Издательство «БХВ» устанавливает на свои издания не такие уж высокие цены, и можно было бы отблагодарить всех тех людей, которые старались для читателя, небольшой суммой. Если вы скачали книгу, ознакомились с ней и она вам понравилась, то я советую вам купить ее полноценную «бумажную» версию.

Я же со своей стороны постарался сделать книгу максимально интересной, а на FTP-сервере издательства «БХВ» мы выложили сопровождающую ее дополнительную информацию в виде статей и исходных кодов для дополнительного улучшения и совершенствования ваших навыков (см. *приложение*).

Электронный архив с этой информацией можно скачать по ссылке **ftp://ftp.bhv.ru/9785977568272.zip** или со страницы книги на сайте издательства **https://bhv.ru/**.

Структура книги

В своих предыдущих книгах я старался как можно быстрее приступить к показу визуального программирования в ущерб начальным теоретическим знаниям. В этой же я решил потратить немного времени на погружение в теоретические глубины искусства программирования, чтобы потом рассмотрение визуального программирования пошло у вас как по маслу. А чтобы теория вводной части не была слишком скучной, я старался подносить ее как можно интереснее и по возможности придумывал занимательные примеры.

В первых четырех главах мы станем писать программы, не имеющие графического интерфейса, — информация будет выводиться в консоль. В мире, где властвует графический интерфейс: окна, меню, кнопки и панели, — консольная программа может выглядеть несколько дико. Но командная строка еще жива — она, наоборот, набирает популярность, и ярким примером тому является PowerShell (это новая командная строка, которая поставлялась, начиная с Windows Server 2008, и может быть установлена в Windows 7 или Windows 8/10).

К тому же есть еще и веб-программирование, где вообще нет ничего визуального. Я последние 14 лет работаю в веб-индустрии и создаю на языке C# сайты, которые работают под IIS. Мне так же очень часто приходится писать разные консольные утилиты, предназначенные для импорта/экспорта данных из баз, их конвертации и обработки, создания отчетов и т. п.

В предыдущих изданиях я много внимания уделял разработке пользовательских приложений, или, как по-другому их часто называют, десктопных. В этом издании я решил все переписать в очередной раз с упором на веб-программирование. Если вас интересуют пользовательские приложения, о которых шла речь в предыдущих изданиях, то эта информация не исчезла, она все еще существует на моем сайте по адресу: **https://www.flenov.info/books/read/biblia-csharp**.

Я не пытался переводить файл справки, потому что Microsoft уже сделала это для нас. Моя задача — научить вас понимать программирование и уметь строить код. А за подробным описанием классов, методов и т. п. всегда можно обратиться к MSDN (Microsoft Development Network) — обширной библиотеке технической информации, расположенной на сайте **www.msdn.com** и доступной теперь и на

русском языке, — на сайте имеется перевод всех классов, методов и свойств с подробным описанием и простыми примерами.

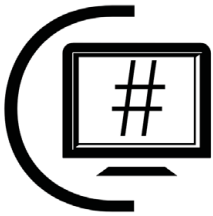
В третьем издании книги я исправил некоторые имевшиеся ошибки предыдущих изданий и добавил описание новых возможностей, которые Microsoft представила миру в .NET 3.5, 4.0 и 4.5, а также в .NET Core.

В четвертом издании я убрал все, что касается приложений с пользовательским интерфейсом, и переписал все примеры с использованием последней версии .NET Core и возможностей веб-программирования. Я обратил там больше внимания на .NET Core, потому что этот стандарт позволял писать .NET-код, который может выполнятся на разных платформах.

В пятом издании все внимание уделяется фреймворку .NET 5, который является наследником .NET Core. Это как бы следующая реинкарнация платформы .NET Framework, в которой Microsoft сделала свой популярный фреймворк еще лучше. Это не значит, что старый код можно забыть и .NET Framework «мертв». Весь существующий код никуда не делся, его просто стандартизируют. Но более детально с .NET 5 мы начнем знакомиться, начиная уже со следующей главы.

Итак, пора переходить к более интересным вещам и начать погружение в мир .NET.

ГЛАВА 1



Введение в .NET

Платформа Microsoft .NET состоит из набора базовых классов и *общеязыковой среды выполнения* (Common Language Runtime, CLR). Базовые классы, которые входят в состав .NET Framework, поражают своей мощью, универсальностью, удобством использования и разнообразием.

Я постараюсь дать только минимум необходимой вводной информации, чтобы как можно быстрее перейти к изучению языка C# и к самому программированию. Я люблю делать упор на практику и считаю ее наиболее важной в нашей жизни. А по ходу практических занятий мы будем ближе знакомиться с теорией.

Для чтения этой и последующих глав рекомендуется иметь установленную среду разработки Visual Studio, которую можно скачать с сайта по адресу: **https://visualstudio.microsoft.com**. Большинство примеров, приведенных в книге, написаны много лет назад с использованием Visual Studio 2008, но в процессе работы над этим изданием все примеры открывались и компилировались в новой версии Visual Studio, потому что развитие языка и среды разработки идет с полной обратной совместимостью.

Для всех примеров достаточно даже бесплатной версии среды разработки Visual C# Community Edition, которую можно свободно скачать с сайта компании Microsoft (**www.visualstudio.com**). И хотя эта версия действительно бесплатная, с ее помощью можно делать даже большие проекты.

1.1. Платформа .NET

В *предисловии* мы уже затронули основные преимущества .NET, а сейчас рассмотрим эту платформу более подробно. До недавнего времени ее поддерживала только Microsoft, но на C# можно было писать программы для Linux (благодаря Mono[1])

[1] Mono — проект по созданию полноценного воплощения системы .NET Framework на базе свободного программного обеспечения.

и даже игры на Unity[1]. Однако все эти реализации немного отличались друг от друга — если написать программу для Windows, то это не значит, что она заработает в Mono на Linux или где-либо еще.

Я не могу знать реальных причин принятия решений внутри компании Microsoft, но мне кажется, что на появление .NET Core повлияло желание перенести .NET на другие платформы. Core по-английски — это *ядро*. Изначально в .NET включили все, что необходимо для написания полноценных приложений, но в каждой ОС своя файловая система, да и многие моменты реализованы по-разному. Нельзя было просто взять и перенести на все платформы все функции .NET, и вместо этого было создано ядро, которое точно будет работать на всех платформах.

Когда .NET Core вырос и по некоторым возможностям начал обходить существующий .NET Framework, в компании Microsoft решили избавиться от такой путаницы и как бы объединить все усилия в одну ветку. Так что вместо двух веток мы получили одну, и ей дали название просто .NET, хотя на самом деле она является продолжением .NET Core.

При написании консольных приложений на .NET или на старом добром .NET Framework вы особой разницы не заметите. А вот для веб-программирования разница есть, и если начинать новый веб-проект, то я бы делал его на .NET, потому что архитектуру написания веб-приложений изменили весьма сильно. Новая архитектура намного лучше, быстрее и в ней используются современные подходы (паттерны) программирования.

Не знаю, насколько для вас это является преимуществом, но исходные коды .NET Core открыты (то есть это проект OpenSource) и их можно найти на сайте **github** по адресу: **https://github.com/dotnet**. Мне лично этот факт не важен, потому что в исходные коды .NET я заглядывать не планирую. Но если вам интересно на них посмотреть, вы можете это сделать, а если у вас еще и достаточно опыта, то можно попробовать даже что-то в них улучшить и предложить свое улучшение.

В этой книге мы будем изучать язык программирования C#, который является основным языком для платформы .NET.

1.1.1. «Кубики» .NET

Если отбросить всю рекламу, которую нам предлагают, и взглянуть на проблему глазами разработчика, то .NET описывается следующим образом: в среде разработки Visual Studio вы можете с использованием платформы .NET разрабатывать приложения любой сложности, которые очень просто интегрируются с серверами и сервисами от Microsoft.

Основа всего, центральное звено платформы — это фреймворк .NET. Давайте посмотрим на основные составляющие этой платформы:

- *среда выполнения Common Language Runtime (CLR)*. CLR работает поверх ОС— это и есть виртуальная машина, которая обрабатывает IL-код[2] программы. Код

[1] Unity — межплатформенная среда разработки компьютерных игр.

[2] IL, Intermediate Language — промежуточный язык.

IL — это аналог бинарного кода для платформы Win32 или байт-кода для виртуальной машины Java. Во время запуска приложения IL-код на лету компилируется в машинный код под то «железо», на котором запущена программа. Да, сейчас практически все работает на процессорах Intel, но никто не запрещает реализовать платформу на процессорах других производителей;

- *базовые классы .NET* — в зависимости от того, пишете вы приложение, не зависящее от платформы, или для Windows. Как и библиотеки на других платформах, здесь нам предлагается обширный набор классов, которые упрощают создание приложения. С помощью таких компонентов вы можете строить свои приложения как бы из блоков;
- *расширенные классы .NET*. В предыдущем пункте говорилось о базовых классах, которые реализуют базовые возможности. Также выделяют и более сложные компоненты доступа к базам данных, XML и др.

Надо также понимать, что .NET не является переработкой Java, — у них общее только то, что обе платформы являются виртуальными машинами и выполняют не машинный код, а байт-код. Да, они обе произошли от C++, но «каждый пошел своей дорогой, а поезд пошел своей» (как поет Макаревич).

1.1.2. Сборки

Термин *сборки* в .NET переводят и преподносят по-разному. Я встречал много различных описаний и переводов — например: *компоновочные блоки* или *бинарные единицы*. На самом деле, если не углубляться в терминологию, а посмотреть на сборки глазами простого программиста, то окажется, что это просто файлы, являющиеся результатом компиляции. Именно *конечные файлы*, потому что среда разработки может сохранить на диске после компиляции множество промежуточных файлов.

Наиболее распространены два типа сборок: библиотеки, которые сохраняются в файлах с расширением dll, и исполняемые файлы, которые сохраняются в файлах с расширением exe. Несмотря на то что расширения файлов такие же, как и у Win32-библиотек и приложений, это все же совершенно разные файлы по своему внутреннему содержимому. Программы .NET содержат не инструкции процессора, как классические Win32-приложения, а IL-код[1]. Этот код создается компилятором и сохраняется в файле. Когда пользователь запускает программу, то она на лету компилируется в машинный код и выполняется на процессоре.

Так что я не буду здесь использовать мудреные названия типа «компоновочный блок» или «бинарная единица», а просто стану называть вещи простыми именами: исполняемый файл, библиотека и т. д. — в зависимости от того, что мы компилируем. А если нужно будет определить эти вещи общим названием, не привязываясь к типу, я просто буду говорить: «сборка».

---

[1] Как уже отмечалось ранее, IL-код — это промежуточный язык (Intermediate Language). Можно также встретить термины CIL (Common Intermediate Language) или MSIL (Microsoft Intermediate Language).

Благодаря тому, что IL-код не является машинным, а интерпретируется JIT-компилятором[1], говорят, что *код управляем* этим JIT-компилятором. Машинный код выполняется напрямую процессором, и ОС не может управлять этим кодом. А вот IL-код выполняется на платформе .NET, и уже она решает, как его выполнять, какие процессорные инструкции использовать, а также берет на себя множество рутинных вопросов безопасности и надежности выполнения.

Тут нужно пояснить, почему программы .NET внешне не отличаются от классических приложений и файлы их имеют те же расширения. Так сделали, чтобы скрыть сложности реализации от конечного пользователя. Зачем ему знать, как выполняется программа и на чем она написана? Это для него совершенно не имеет значения. Как я люблю говорить, главное — это качество программы, а как она реализована, на каком языке и на какой платформе, нужно знать только программисту и тем, кто этим специально интересуется. Конечного пользователя это интересовать не должно и на самом деле не интересует.

Помимо кода в сборке хранится информация (метаданные) о задействованных типах данных. Метаданные сборки очень важны с точки зрения описания объектов и их использования. Кроме того, в файле хранятся метаданные не только данных, но и самого исполняемого файла, описывающие версию сборки и содержащие ссылки на подключаемые внешние сборки. В последнем утверждении кроется одна интересная мысль — сборки могут ссылаться на другие сборки, что позволяет нам создавать многомодульные сборки (проще говоря, программы, состоящие из нескольких файлов).

Что-то я вдруг стал использовать много заумных слов, хотя и постоянно стараюсь давать простые пояснения... Вот, например, *метаданные* — это просто описание чего-либо. Таким описанием может быть структурированный текст, в котором указано, что находится в исполняемом файле, какой он версии.

Чаще всего код делят по сборкам по принципу логической завершенности. Допустим, что наша программа реализует работу автомобиля. Все, что касается работы двигателя, можно поместить в отдельный модуль, а все, что касается трансмиссии, — в другой. Помимо этого, каждый модуль будет разбивать составляющие двигателя и трансмиссии на более мелкие составляющие с помощью классов. Код, разбитый на модули, проще сопровождать, обновлять, тестировать и загружать на устройство пользователя. При этом пользователю нет необходимости загружать все приложение — ему можно предоставить возможность обновления через Интернет, и программа сама будет скачивать только те модули, которые были обновлены.

Теперь еще на секунду хочу вернуться к JIT-компиляции и сказать об одном сильном преимуществе этого метода. Когда пользователь запускает программу, то она компилируется так, чтобы максимально эффективно выполняться на «железе» и ОС компьютера, где сборка была запущена на выполнение. Для персональных компьютеров существует множество различных процессоров, и, компилируя программу

[1] Just-In-time Compiler — компилятор периода выполнения.

в машинный код, чтобы он выполнялся на всех компьютерах, программисты очень часто — чтобы не сужать рынок продаж — не учитывают современные инструкции процессоров. А вот JIT-компилятор может учесть эти инструкции и оптимально скомпилировать программу под конкретный процессор, установленный на конкретном устройстве. Кроме того, разные ОС обладают разными функциями, и JIT-компилятор также может использовать возможности ОС максимально эффективно.

Делает ли такую оптимизацию среда выполнения .NET — я не знаю. Из информации, доступной в Интернете, все ведет к тому, что некоторая оптимизация имеет место. Но достоверно мне это не известно. Впрочем, утверждают, что магазин приложений Windows может перекомпилировать приложения перед тем, как отправлять их пользователю. И когда вы через этот магазин скачиваете что-либо, то получаете специально скомпилированную под ваше устройство версию.

Из-за компиляции кода во время запуска первый его запуск на компьютере может оказаться весьма долгим. Но когда платформа сохранит результат компиляции в кэше, последующий запуск будет выполняться намного быстрее.

1.2. Обзор среды разработки Visual Studio .NET

Познакомившись с основами платформы .NET, перейдем непосредственно к практике и бросим беглый взгляд на новую среду разработки — посмотрим, что она предоставляет нам, как программистам.

Мы познакомимся здесь с Visual Studio 2019 Community Edition, но работа с ней не отличается от работы с любой другой версией Visual Studio.

Далее в этой главе я попытался подробно предоставить базовую информацию о работе с Visual Studio, но некоторые вещи лучше один раз увидеть, чем подробно прочитать, поэтому на моем сайте я опубликовал видео, в котором показываю базовые основы работы с этой средой разработки, — это видео можно найти здесь: **https://www.flenov.info/books/show/biblia-csharp**. Видео и текстовая информация дополняют друг друга, поэтому я рекомендую вам и прочитать книгу, и просмотреть видео, а не ограничиваться чем-либо одним.

1.2.1. Работа с проектами и решениями

В Visual Studio любая программа заключается в *проект*. Проект — это как каталог для файлов. Он обладает определенными свойствами (например, платформой и языком, для которых создан проект) и может содержать файлы с исходным кодом программы, который необходимо скомпилировать в исполняемый файл. Проекты могут объединяться в *решения* (Solution). Более подробную информацию о решениях и проектах можно найти в файле Documents\Visual Studio 2008.docx из сопровождающего книгу электронного архива (см. *приложение*).

После запуска Visual Studio может появиться окно приветствия, в котором слева будут расположены проекты, с которыми вы работали ранее, а справа — кнопки

для выполнения базовых команд (рис. 1.1). Самая нижняя кнопка **Create a New Project** позволяет создать новый проект, а имеющаяся чуть ниже ее ссылка **Continue without code** (Продолжить без кода) открывает среду разработки без создания или открытия проекта.

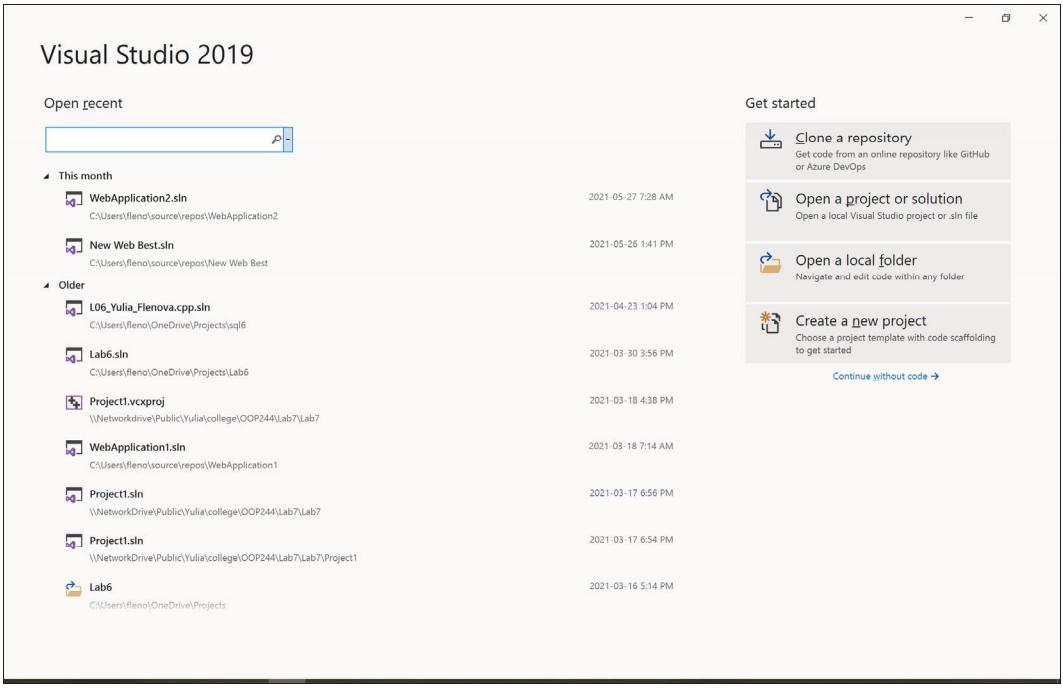


Рис. 1.1. Окно приветствия Visual Studio

Для создания нового проекта выберите в меню Visual Studio команду **File | New | Project** (Файл | Новый | Проект). Перед вами откроется окно **New Project** (Новый проект), в левой части которого расположены шаблоны проектов, которые вы недавно использовали (рис. 1.2). Справа сверху расположены три выпадающих списка:

- среда разработки Visual Studio может работать и компилировать проекты на нескольких языках: Visual C++, Visual C#, Visual Basic и т. д., и в первом выпадающем списке можно выбрать язык программирования;
- из второго списка следует выбрать платформу, под которую вы хотите создать приложение. В Visual Studio можно писать десктопные приложения для Windows, Андроид, iOS, Linux, Azure и т. д.
- третий список предоставляет выбор типа приложения: мобильное, веб-приложение, игры, консольное приложение и т. д.

При выборе значений из этих выпадающих списков список доступных шаблонов справа внизу будет изменятся. Мы рассматриваем C#, поэтому для всех проектов этой книги в первом списке выбираем **C#**. Во втором можно оставить **All Platforms**,

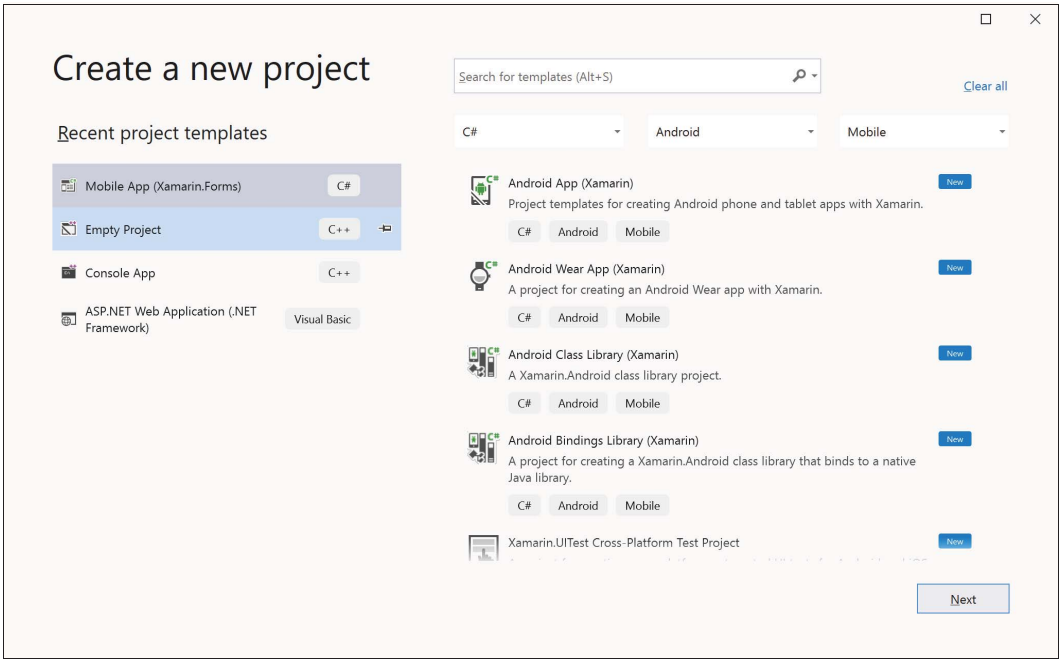


Рис. 1.2. Окно создания нового проекта

а в третьем выберем **Console** для первых приложений, а когда доберемся до веб-приложений, то можно будет выбрать **Web**, чтобы быстрее найти нужный нам шаблон.

Разобравшись со списками, нажимаем кнопку **Next** (Далее), и на втором шаге создания проекта нам предложат ввести три параметра:

- **Project Name** — здесь вы указываете имя будущего проекта;
- **Location** — расположение каталога проекта.
- **Solution name** — имя решения (по умолчанию соответствует имени проекта и, возможно, это поле будет неизменяемым).

Давайте сейчас остановимся на секунду на третьем пункте — имени решения. Если вы работаете над большим проектом, то он может состоять из нескольких файлов: основного исполняемого файла и динамических библиотек DLL, в которых хранится код, которым приложения могут делиться даже с другими приложениями.

Объединяя библиотеки и исполняемые файлы в одно большое решение, мы упрощаем компиляцию — создание финальных файлов. Мы просто компилируем все решение, а среда разработки проверит, какие изменения произошли, и в зависимости от этого перекомпилирует те проекты (библиотеки или исполняемые файлы), которые изменились.

Если мы, например, хотим создать приложение Машина, то начнем с создания приложения и решения Машина, а потом можем к этому решению добавить дополнительные проекты: двигатель, коробка передач и т. д. Именно поэтому имя решения по умолчанию может быть неизменяемым и соответствовать имени проекта.

В окне второго шага имеется также флажок **Please solution and project in the same directory** (Поместить решение и проект в один каталог), и если вы планируете помещать все в одну папку, то это скажет мастеру создания проекта, что вы не планируете добавлять новые проекты, и именно поэтому поле ввода имени решения будет недоступно. Но если вы сбросите этот флажок, то для проекта будет создана отдельная папка. Поскольку вы решили завести отдельную папку для проекта, то, возможно, вы уже планируете создавать дополнительные проекты, а значит, имя решения может быть иным, и вам позволят его сменить.

При задании имени и расположения проекта будьте внимательны. Допустим, что в качестве пути (в поле **Location**) вы выбрали `C:\Projects`, а имя (в поле **Name**) назначили `MyProject`. Созданный проект тогда будет находиться в каталоге C:\Projects\MyProject. То есть среда разработки создаст каталог с именем проекта, указанным в поле **Name**, в каталоге, указанном в поле **Location**.

Давайте создадим новый пустой C#-проект, чтобы увидеть, из чего он состоит. В окне создания нового проекта выбираем из первого выпадающего списка **C#**, во втором оставляем все по умолчанию, а из третьего выбираем **Console**. В списке шаблонов у вас должно остаться только **Console Application** (это приложение .NET 5) и **Console App** (приложение .NET Framework). В скобках при **Console App** вы можете видеть **.NET Framework**, что как раз указывает на то, что это старый фреймворк (рис. 1.3). Нас же интересует первый из этих шаблонов. Под именем шаблона показано, что он подходит для консольного приложения, которое потом сможет запускаться на Linux, macOS и Windows.

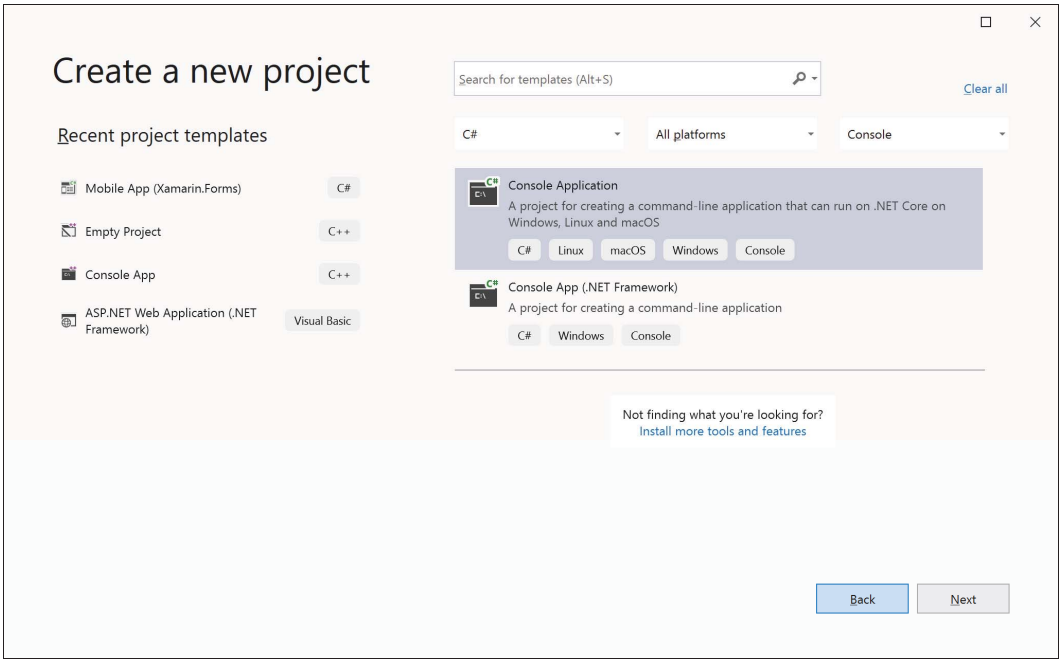


Рис. 1.3. Создаем консольное приложение

Нажимаем в этом окне кнопку **Next** и на следующем шаге вводим имя проекта — `TestApplication`, а место расположения можно оставить по умолчанию. На следующем шаге нам нужно выбрать **Target Framework** (Целевой фреймворк) — давайте выберем наиболее свежий, а на момент подготовки этого издания — это **.NET 5**. С выходом .NET 6 поменяется немногое, потому что тут ничего не менялось уже последние 20 лет, и я не ожидаю каких-либо кардинальных нововведений.

Указав имя проекта и его расположение, для завершения создания нового проекта нажмите кнопку **Create** (Создать). В результате вы увидите окно среды разработки, показанное для нашего проекта на рис. 1.4. Оно включает несколько окон, и одно из главных здесь — это **Solution Explorer** (Проводник решения), которое расположено вдоль правой кромки окна среды разработки. Если по какой-либо причине вы его не видите (оно может быть закрыто), то для его открытия надо выбрать пункт меню **View | Solution Explorer**.

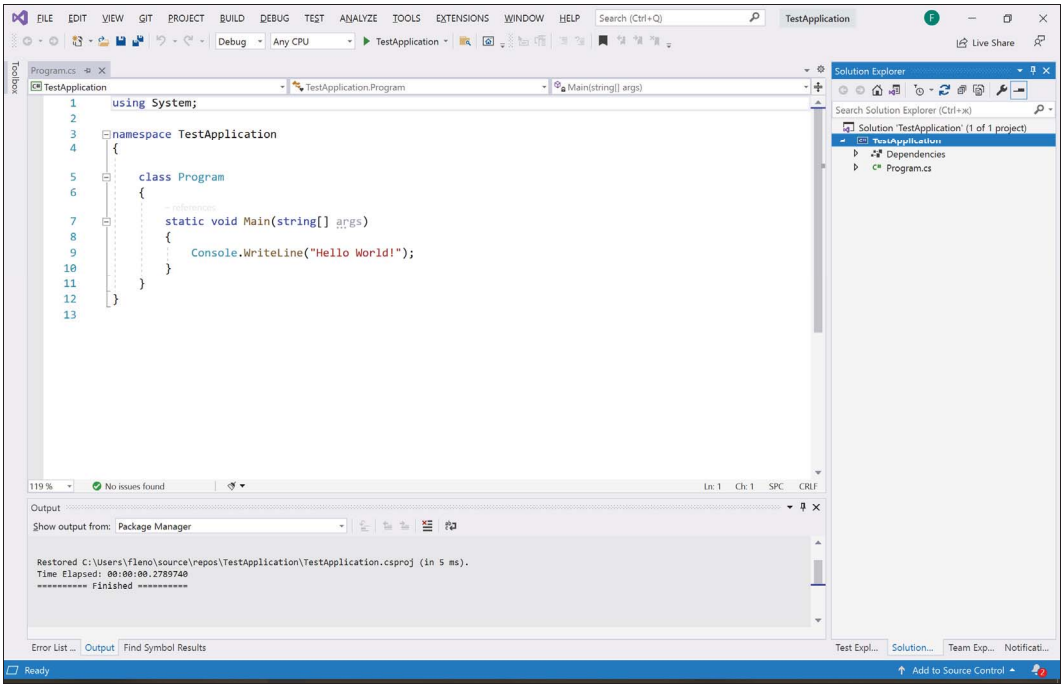


Рис. 1.4. Окно среды разработки с открытым проектом

В окне **Solution Explorer** самая первая запись — имя решения. Чуть ниже в дереве элементов вы увидите имя проекта, которое как бы вложено в решение. В папке с проектом показана папка **Dependencies** (Зависимости) и файлы, которые входят в проект. О зависимостях мы еще поговорим далее — сейчас же мы только знакомимся с проектом. Из файлов пока доступен лишь один — **Program.cs**. Это файл, где мы будем впоследствии писать код. Имена файлов с кодом имеют расширение cs, что означает C Sharp и соответствует языку программирования C#, который рассматривается в этой книге.

Если щелкнуть правой кнопкой мыши на имени проекта и в выпадающем меню выбрать **Open folder in file explorer**, то откроется окно проводника и папка, в которой находятся файлы проекта (рис. 1.5).

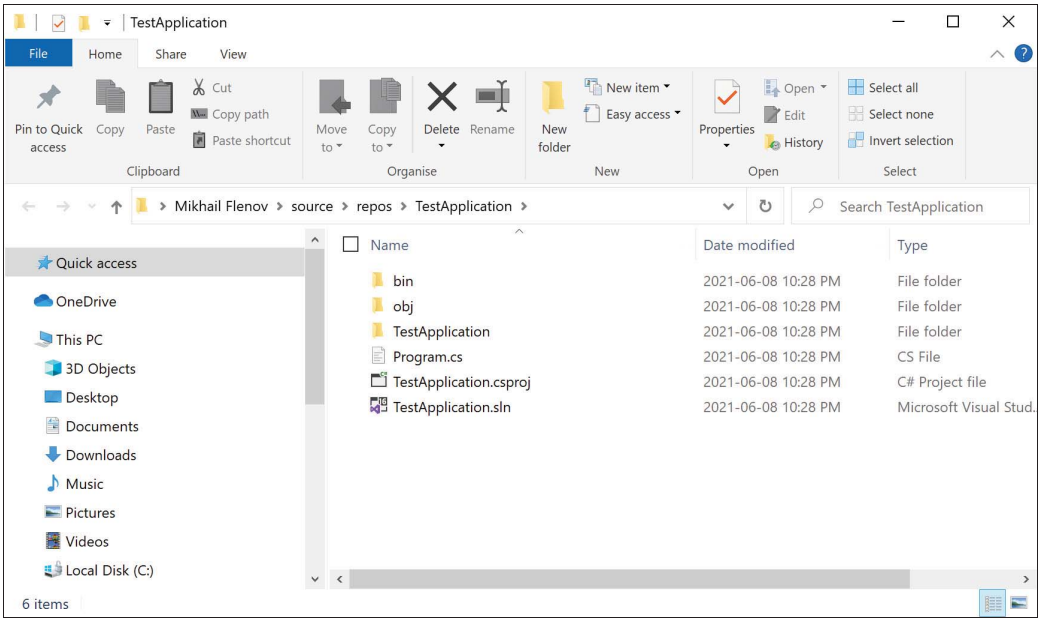


Рис. 1.5. Файлы проекта

Здесь мы видим файл нашего решения, который имеет расширение sln (от solution, решение), файл проекта с расширением csproj (C Sharp Project, проект C#) и файл с исходным кодом Program.cs, который мы видели и в окне **Solution Explorer**.

Файл проекта, в котором находятся все настройки и описания входящих в проект файлов, как уже отмечено, имеет расширение csproj. Этот файл создается в формате XML, и его легко просмотреть в любом текстовом редакторе. В текстовом редакторе вы даже можете его редактировать, но в большинстве случаев проще использовать для этого специализированные диалоговые окна, которые предоставляет среда разработки.

Чтобы посмотреть или изменить свойства проекта, можно щелкнуть на имени проекта в окне **Solution Explorer** и выбрать из появившегося меню пункт **Properties** (Свойства).

Чтобы открыть файл для редактирования, достаточно щелкнуть на нем мышью двойным щелчком в окне **Solution Explorer**.

Для переименования решения щелкните на его имени в дереве правой кнопкой мыши и в контекстном меню выберите пункт **Rename** (Переименовать). Таким же образом можно переименовывать и файлы.

Для добавления проекта в решение щелкните на имени решения в дереве правой кнопкой мыши и в контекстном меню выберите **Add** (Добавить). В этом меню также можно увидеть следующие пункты:

- **New Project** — создать новый проект. Перед вами откроется окно создания нового проекта, который будет автоматически добавлен в существующее решение;
- **Existing Project** — добавить существующий проект. Этот пункт удобен, если у вас уже есть проект и вы хотите добавить его в это решение;
- **Existing Web Site** — добавить существующий проект с веб-сайта;
- **Add New Item** — добавить новый элемент в решение, а не в отдельный проект. Не так уж и много типов файлов, которые можно добавить прямо в решение. В диалоговом окне выбора файла вы увидите в основном различные типы текстовых файлов и картинки (значки и растровые изображения);
- **Add Existing Item** — добавить существующий элемент в решение, а не в отдельный проект.

Чтобы создать исполняемые файлы для всех проектов, входящих в решение, щелкните правой кнопкой мыши на имени решения и в контекстном меню выберите или **Build Solution** (Собрать решение) — компилироваться будут только измененные файлы, или **Rebuild Solution** (Полностью собрать проект) — компилироваться будут все файлы. Такие же пункты меню есть и в основном меню **Build**. Для сборки проекта проще использовать комбинацию клавиш <Ctrl>+<Shift>+<B>.

Если же щелкнуть правой кнопкой мыши на имени проекта, то в контекстном меню можно увидеть уже знакомые пункты **Build** (Собрать проект), **Rebuild** (Полностью собрать проект), **Add** (Добавить в проект новый или существующий файл), **Rename** (Переименовать проект) и **Remove** (Удалить проект из решения). Все эти команды будут выполняться в отношении выбранного проекта.

Если вы хотите сразу запустить проект на выполнение, то нажмите клавишу <F5> или выберите в главном меню окна команду **Debug | Start Debugging** (Отладка | Запуск). В ответ на это проект будет запущен на выполнение с возможностью отладки — то есть вы сможете устанавливать точки останова и выполнять код программы построчно. Если отладка не нужна, то нажимаем комбинацию клавиш <Ctrl>+<F5> или выбираем команду меню **Debug | Start Without Debugging** (Отладка | Запустить без отладки).

Даже самые простые проекты состоят из множества файлов, поэтому лучше проекты держать каждый в отдельном каталоге. Не пытайтесь объединять несколько проектов в один каталог — из-за этого могут возникнуть проблемы с поддержкой.

Среда разработки после компиляции также создает в каталоге проекта два каталога: bin и obj. В каталоге obj сохраняются временные файлы, которые используются для компиляции, а в каталоге bin — результат компиляции. По умолчанию применяются два режима компиляции: Debug и Release:

- в режиме Debug в исполняемый файл может добавляться дополнительная информация, необходимая для тестирования и отладки. Такие файлы содержат много лишней информации, особенно если проект создан на C++, то их только для тестирования и отладки и используют. Файлы, созданные в этом режиме

компиляции, находятся в каталоге bin\Debug. Не поставляйте эти файлы заказчикам!

- Release — это режим чистой компиляции, когда в исполняемом файле нет ничего лишнего и такие файлы поставляют заказчику или включают в установочные пакеты. Файлы, созданные в этом режиме компиляции, находятся в каталоге bin\Release вашего проекта.

На рис. 1.6 показан выпадающий список, с помощью которого можно менять режим компиляции.

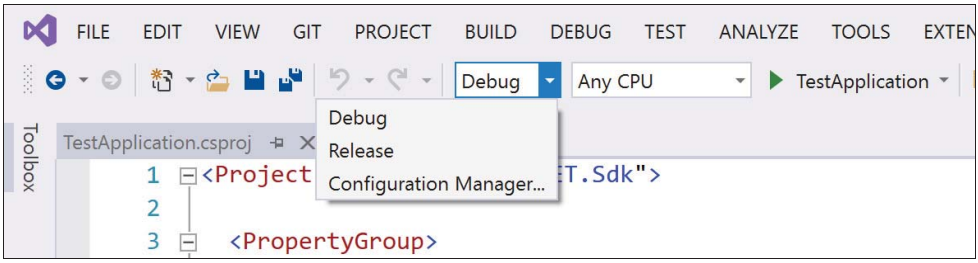


Рис. 1.6. Смена режима компиляции: **Debug** или **Release**

Впрочем, даже если компилировать проект в режиме Release, Visual Studio зачем-то помещает в каталог с результатом файлы с расширением pdb. Такие файлы создаются для каждого результирующего файла (библиотеки или исполняемого файла), причем и результирующий, и PDB-файл будут иметь одно имя, но разные расширения.

В PDB-файлах содержится служебная информация, упрощающая отладку, — она откроет пользователю слишком много лишней информации об устройстве кода. И если произойдет ошибка работы программы, а рядом с исполняемым файлом будет находиться его PDB-файл, то пользователю даже покажут, в какой строчке кода какого файла произошел сбой, чего пользователю совершенно не нужно знать. Если же PDB-файла пользователю не давать, то в ошибке будет показана лишь поверхностная информация о сбое. Так что не распространяйте эти файлы вместе со своим приложением без особой надобности.

Впрочем, если вы разрабатываете веб-сайт, то подобный файл можно поместить на веб-сервер, если вы правильно обрабатываете ошибки. В этом случае в журнал ошибок будет записана подробная информация о каждом сбое, которая упростит поиск и исправление ошибки.

1.2.2. Работа с файлами

Чтобы начать редактирование файла, необходимо щелкнуть на нем двойным щелчком в панели **Solution Explorer**. В ответ на это действие в рабочей области окна появится вкладка с редактором соответствующего файла. Содержимое и вид окна сильно зависят от типа файла, который вы открыли.

Мы в основном будем работать с языком C#. В качестве расширения имени файлов для хранения исходного кода этот язык, как уже отмечалось ранее, использует комбинацию символов cs (C Sharp).

Файлы с визуальным интерфейсом (с расширением xaml) по умолчанию открываются в режиме визуального редактора. Для того чтобы увидеть исходный код формы, нажмите клавишу <F7> — в рабочей области откроется новая вкладка. Таким образом, у вас будут открыты две вкладки: визуальное представление формы и исходный код формы. Чтобы быстро перейти из вкладки с исходным кодом в визуальный редактор, нажмите комбинацию клавиш <Shift>+<F7>.

Если необходимо сразу же открыть файл в режиме редактирования кода, то в панели **Solution Explorer** щелкните на файле правой кнопкой мыши и выберите в контекстном меню команду **View Code** (Посмотреть код).

1.3. Простейший пример .NET-приложения

Большинство руководств и книг по программированию начинаются с описания простого примера, который чаще всего называют «Hello World» («Здравствуй, мир»). Если ребенок, родившись на свет, издает крик, то первая программа будущего программиста в такой ситуации говорит: «Hello World». Что, будем как все, — или назовем свою первую программу: «А вот и я» или «Не ждали»? Простите мне мой канадский юмор, который будет регулярно появляться на страницах книги…

Честно сказать, название не имеет особого значения, главное — показать простоту создания проекта и при этом рассмотреть основы. Начинать с чего-то более сложного и интересного нет смысла, потому что программирование — занятие не из простых, а необходимо рассказать очень многое.

Поэтому сейчас мы создадим самое простое приложение на C# для платформы .NET и с помощью этого примера разберемся в основах новой платформы, а потом уже начнем усложнять задачу.

1.3.1. Проект на языке C#

При рассмотрении возможностей Visual Studio (см. *разд. 1.2.1*) мы в качестве примера создали консольное приложение. Это как раз то, что нам нужно, и давайте продолжим разбираться с тем, что нами создано и как это работает.

Так как мы создали версию консольного приложения .NET 5, то наше приложение должно будет работать в Windows, Linux и macOS.

Как мы уже видели, в панели **Solution Explorer** у проекта **TestApplication** есть только один файл — **Program.cs**. Щелкните на нем двойным щелчком, и в рабочей области окна откроется редактор кода файла. Удалите из него все, что там есть, и наберите следующее:

```
using System;

namespace TestApplication
```

```
{
    class Program
    {
        static void Main(string[] args)
        {
            Console.WriteLine("Hello World!");
        }
    }
}
```

Примечание

Исходный код примера к этому разделу можно найти в папке Source*Chapter1**TestApplication* сопровождающего книгу электронного архива (см. *приложение*).

1.3.2. Компиляция и запуск проекта на языке C#

Сначала скомпилируем проект и посмотрим на результат работы. Для компиляции необходимо выбрать в меню команду **Build | Build Solution** (Построить | Построить решение) или просто нажать комбинацию клавиш <Ctrl>+<Shift>+<B>. В панели **Output** (Вывод) отобразится информация о компиляции. Если этой панели у вас пока нет, то она появится после выбора указанной команды меню, или ее можно открыть, выбрав команду меню **View | Output**. Посмотрим на результат в панели вывода:

```
------------------- Завершено ------------------
Build: 1 succeeded, 0 failed, 0 up-to-date, 0 skipped
Построено: 1 удачно, 0 с ошибками, 0 не требующих обновления, 0 пропущено
```

Я привел перевод только последней строки, потому что в ней пока кроется самое интересное. Здесь написано, что один проект скомпилирован удачно и ошибок нет. Еще бы — ведь в нашем проекте и кода почти нет.

Результирующий файл можно найти в каталоге вашего проекта — во вложенном в него каталоге bin*ТекущаяКонфигурация**X.X* (*ТекущаяКонфигурация* здесь — это каталог Release или Debug), а *X.X* — это версия .NET (если создавать приложение .NET Framework, то последней части пути не будет). Получается, что исполняемый файл может находиться как в каталоге bin\Debug, так и в каталоге bin\Release, — это зависит от типа компиляции. Напомню, что для смены режима компиляции можно использовать и выпадающий список на панели инструментов (см. рис. 1.6).

Обратите внимание, что в свойствах решения есть еще и свойство **Startup project** (Исполняемый проект). Если у вас в решение входят несколько проектов, то в этом списке можно выбрать тот проект, который будет запускаться из среды разработки. Для запуска проекта выберите команду меню **Debug | Start** (Отладка | Выполнить).

Запускать наше приложение из среды разработки нет смысла, потому что окно консоли появится только на мгновение и вы не успеете увидеть результат, но попробуйте все же нажать клавишу <F5>.

Для того чтобы результат выполнения приложения все же оставался в окне, попробуем модифицировать код следующим образом:

```
using System;

class TestApplication
{
  public static void Main()
  {
    Console.WriteLine("Hello World!!!");
    Console.ReadLine();
  }
}
```

В этом примере добавлена строка `Console.ReadLine()`, которая заставляет программу дожидаться, пока пользователь не нажмет клавишу <Enter>. Если теперь снова скомпилировать проект и запустить его на выполнение, то на фоне черного экрана командной строки вы сможете увидеть заветную надпись, которую видит большинство начинающих программистов: **Hello World!!!** (кавычки, окружающие эту надпись в коде, на экран выведены не будут). Хоть я и обещал другую, более оригинальную надпись, не стоит все же выделяться из общей массы, так что давайте посмотрим именно на эти великие слова.

Итак, у нас получилось первое приложение, и вы можете считать, что первый шаг на долгом пути к программированию мы уже сделали. Шаги будут постепенными, и сейчас абсолютно не нужно понимать, что происходит в этом примере, — нам необходимо знать только две строки:

```
Console.WriteLine("Hello World!!!");
Console.ReadLine();
```

Первая строка выводит в консоль текст, который указан в скобках. Кстати, текст должен быть размещен в двойных кавычках, если это именно *текст*, а не *переменная* (о переменных читайте в *разд. 2.2* и *2.4*). О строках мы тоже позднее поговорим отдельно, но я решил все же сделать это небольшое уточнение уже сейчас.

Вторая строка запрашивает у пользователя строку символов. Концом строки считается символ возврата каретки, который невидим, а чтобы ввести его с клавиатуры, мы нажимаем клавишу <Enter>. В любом текстовом редакторе, чтобы перейти на новую строку (завершить текущую), мы нажимаем эту клавишу, и точно так же и здесь.

Когда вы нажмете клавишу <Enter>, программа продолжит выполнение. Но у нас же больше ничего в коде нет — только символы фигурных скобок. А раз ничего нет, значит, программа должна завершить работу. Вот и вся логика этого примера, и ее нам будет достаточно для следующей главы, в процессе чтения которой мы станем рассматривать не самые интересные, но очень необходимые на пути изучения C# примеры.

1.4. Компиляция приложений

В этом разделе мы чуть подробнее поговорим о компиляции C#-приложений. Для того чтобы создать сборку (мы уже создавали исполняемый файл для великого приложения «Hello World»), необходимо нажать комбинацию клавиш <Ctrl>+ +<Shift>+<B>, или клавишу <F6>, или выбрать в меню команду **Build | Build Solution**. Компиляция C#-кода в IL происходит достаточно быстро, если сравнивать этот процесс с компиляцией классических C++-приложений.

Но Visual Studio — это всего лишь удобная оболочка, в которой писать код — одно удовольствие. На самом же деле код можно писать в любой другой среде разработки или даже в Блокноте, а для компиляции использовать утилиту командной строки.

1.4.1. Компиляция в .NET Framework

Для компиляции под платформу .NET Framework используется программа компилятора csc.exe (от *англ.* C-Sharp Compiler), которую можно найти в каталоге C:\Windows\Microsoft.NET\Framework\v*X.X*, где *X.X* — версия .NET Framework. На моем компьютере этот компилятор находится в папке C:\Windows\Microsoft.NET\Framework\v3.5\csc.exe (у вас вложенная папка v3.5 может иметь другое имя, которое зависит от версии .NET).

> ***Примечание***
>
> Раньше компилятор C# находился в папке *C:\Program Files\Microsoft.NET\SDK\vX.X\Bin*. Сейчас там можно найти множество утилит .NET как командной строки, так и с визуальным интерфейсом.

Чтобы проще было работать с утилитой командной строки, путь к ней лучше добавить в переменные окружения. Для этого щелкните правой кнопкой мыши на ярлыке **Мой компьютер** (My Computer) на рабочем столе и выберите **Свойства** (Properties). В Windows XP появится окно свойств, в котором нужно перейти на вкладку **Дополнительно** (Advanced), а в Windows 7 или Windows 8/10 откроется окно, похожее на окно панели управления, в котором нужно выбрать пункт **Дополнительные параметры системы** (Advanced system settings). Далее нажмите кнопку **Переменные среды** (Environment Variables) и в системный параметр **Path** добавьте через точку с запятой путь к каталогу, где находится компилятор csc, который вы будете использовать.

Теперь попробуем скомпилировать пример «Hello World», который мы написали ранее, а для этого в командной строке нужно выполнить следующую команду:

```
csc.exe /target:exe test.cs
```

В нашем случае `test.cs` — это файл с исходным кодом. Я просто его переименовал, чтобы не было никаких `Class1.cs`. Обратите внимание, что имя файла компилятора указано полностью (с расширением), и именно так и должно быть, иначе он не запустится, если только путь к этому файлу в системном окружении вы не указали

самым первым. Дело в том, что самым первым в системном окружении стоит путь к каталогу C:\Windows, а в этом каталоге уже есть каталог CSC, и именно его будет пытаться открыть система, если не указано расширение файла.

После имени файла идет ключ `/target` — он указывает на тип файла, который вы хотите получить в результате сборки. Нас интересует исполняемый файл, поэтому после ключа и двоеточия надо указать `exe`. Далее идет имя файла. Я не указываю здесь полный путь, потому что запускаю команду в том же каталоге, где находится файл test.cs, иначе пришлось бы указывать полный путь к файлу.

В результате компиляции мы получаем исполняемый файл test.exe. Запустите его и убедитесь, что он работает корректно. Обратите внимание на имя исполняемого файла. Если при компиляции из среды разработки оно соответствовало имени проекта, то здесь — имени файла. Это потому, что в командной строке мы компилируем не проект, а файл test.cs.

Конечно же, для больших проектов использовать утилиту командной строки проблематично и неудобно, поэтому и мы не станем этого делать. Но для компиляции небольшой программки из 10 строк, которая только показывает или изменяет что-то в системе, эта утилита вполне пригодна и нет необходимости ставить тяжеловесный пакет Visual Studio. Где еще ее можно использовать? Вы можете создать собственную среду разработки и использовать csc.exe для компиляции проектов, но на самом деле я не вижу смысла это делать.

В составе .NET Framework есть еще одна утилита — msbuild, которая умеет компилировать целые проекты из командной строки. В качестве параметра утилита принимает имя файла проекта или решения, и она уже делает все то, что умеет делать Visual Studio во время компиляции в IDE.

С недавнего времени эту утилиту включили в состав Visual Studio, что не совсем понятно. Ведь вся сила msbuild заключается в том, что с ее помощью можно компилировать даже без установки VS, а теперь получается, что мне все равно придется использовать установочный пакет среды разработки.

Я на работе разрабатываю достаточно большой сайт, а компилировать мы его должны на сервере, где нельзя установить Visual Studio. Однако, установив только .NET Framework, мы можем из командной строки собрать проект и выполнить скрипт для запуска обновленного кода на «боевых» серверах. Честно говоря, сервер, на котором мы собираем код, находится в другой стране, и к нему мы подключаемся удаленно. Так вот, используя msbuild, очень просто подключиться к серверу удаленно и все выполнить из командной строки.

1.4.2. Компиляция в .NET Core и .NET 5

Для компиляции приложения .NET Core и .NET 5 (скорее всего, и в более поздних версиях .NET) из командной строки нужно выполнить команду:

```
dotnet run
```

При создании приложения .NET Core формируется DLL — библиотечный файл, а не исполняемый, то есть для нашего тестового приложения будет создан файл

TestApplication.dll. Именно в этом файле хранится код приложения. В .NET 5 рядом с этим библиотечным файлом будет создан еще и исполняемый файл TestApplication.exe — чтобы упростить запуск приложения в ОС Windows. Дело в том, что исполняемые файлы в разных ОС внутри выглядят по-разному, и нельзя создать один-единственный, который будет выполняться во всех ОС одинаково. Так что когда вы в Windows запускаете исполняемый файл TestApplication.exe, то в реальности он заставит фреймворк .NET выполнить промежуточный IL-код, который был скомпилирован в файле TestApplication.dll.

Для Linux или macOS у нас такого исполняемого файла нет. Тогда как же выполнить приложение? Для этого используется утилита dotnet run. Запустите командную строку — например, PowerShell. Перейдите в каталог проекта, где расположен файл TestApplication.csproj, — в моем случае это сделает команда:

```
cd C:\Users\fleno\source\repos\CSharpBook\Chapter1\TestApplication
```

и просто выполните команду:

```
dotnet run
```

Утилита dotnet запустит DLL-файл. Причем команда `dotnet run` в реальности еще и компилирует проект, так что отдавать команду `dotnet build` перед запуском приложения с помощью команды `dotnet run` не нужно.

Вы можете сказать, что это неудобно, и пользователи не будут счастливы, что им нужно помнить эту команду, но точно такая же проблема есть и у Java. Рассматриваемые нами платформы могут создать промежуточный IL-код, но кто-то должен инициировать выполнение кода...

Как уже было сказано, нельзя создать универсальный исполняемый файл, который будет запускаться в любой ОС, потому что у Linux и macOS другой формат исполняемого файла. Но платформа может сформировать исполняемый файл-заглушку, которая сделает все для нас, и для создания этого файла нужно опубликовать наше приложение:

```
dotnet publish --runtime win7-x64
```

Эта команда публикует приложение, которое создает заглушку для исполнения нашего приложения в Windows, начиная с версии 7, и на компьютере с 64-битным процессором. Но как мы уже видели, EXE-файл для Windows при компиляции в Visual Studio под Windows будет создан автоматически и без `dotnet publish`. Однако если исполняемый EXE-файл отсутствует, то его можно создать публикацией приложения с помощью следующих платформ для исполнения:

- `osx.10.11-x64` — для macOS;
- `ubuntu.16.04-x64` — для Linux.

1.5. Поставка сборок

Теперь немного поговорим о поставке скомпилированных приложений конечному пользователю. Платформу проектировали так, чтобы избежать двух проблем: сложной регистрации, присущей COM-объектам, и DLL hell[1], характерной для платформы Win32, когда более старая версия библиотеки могла заменить более новую версию и привести к краху системы. Обе эти проблемы были решены весьма успешно, и теперь мы можем забыть о них как о пережитке прошлого.

Установка сборок на компьютер пользователя сводится к банальному копированию библиотек (DLL-файлов) и исполняемых файлов. По спецификации компании Microsoft для работы программы должно хватать простого копирования, и в большинстве случаев дело обстоит именно так. Но разработчики — вольные птицы, и они могут придумать какие-то привязки, которые все же потребуют инсталляции с первоначальной настройкой. Я не рекомендую делать что-то подобное без особой надобности — старайтесь организовать все так, чтобы процесс установки оставался максимально простым, хотя копирование может выполнять и программа установки.

Когда библиотека DLL хранится в том же каталоге, что и программа, то именно программа несет ответственность за целостность библиотеки и ее версию. Но, помимо этого, есть еще *разделяемые* библиотеки, которые устанавливаются в систему, чтобы любая программа могла использовать их ресурсы. Именно в таких случаях чаще всего возникает DLL hell. Допустим, пользователь установил программу A, в которой используется библиотека XXX.dll версии 5.0. Здесь XXX — это просто некое имя, которое не имеет ничего общего с «клубничкой», с тем же успехом мы могли написать и YYY.dll. Вернемся к библиотеке. Допустим, что теперь пользователь ставит программу B, где тоже есть библиотека XXX.dll, но версии 1.0. Очень старая версия библиотеки несовместима с версией 5.0, и теперь при запуске программы A компьютер «превращается в чертенка» и начинается «ад». Как решить эту проблему? Чтобы сделать библиотеку разделяемой, вы можете поместить ее в каталог C:\Windows\System32 (по умолчанию этот каталог в системе скрыт), но от «ада» вам не уйти и за версиями придется следить самому.

Проектировщики .NET поступили в этом случае гениально и предложили нам другой, более совершенный метод разделять библиотеки .NET между приложениями — глобальный кэш сборок GAC[2], который располагается в каталоге C:\Windows\assembly. Чтобы зарегистрировать библиотеку в кэше, нужно, чтобы у нее была указана версия и она была бы подписана ключом. Как это сделать — отдельная история, сейчас мы пока рассматриваем только механизм защиты. Однако глобальный кэш сборок — это прерогатива .NET Framework. Пока что .NET 5 вроде бы не планирует реализовывать его и будет работать только с *приватными* сборками, о которых далее. Поэтому все последующее изложение, в котором упоминается глобальный кэш сборок, относится к работе с .NET Framework.

---

[1] DLL hell (DLL-кошмар, буквально: DLL-ад) — тупиковая ситуация, связанная с управлением динамическими библиотеками DLL в операционной системе.

[2] Global Assembly Cache — глобальный кэш сборок.

Итак, посмотрите на кэш сборок — каталог C:\Windows\assembly. Здесь может присутствовать несколько файлов с одним и тем же именем, но разных версий — например, Microsoft.Build.Engine. Если запустить поиск по имени `Microsoft.Build.Engine.ni.dll`, вы найдете несколько файлов, но эти сборки будут иметь разные версии: 2.0 и 3.5.

За скопированную в кэш библиотеку с версией 2.0 система «отвечает головой», и если вы попытаетесь скопировать в кэш еще одну такую же библиотеку, но с версией 3.5, то старая версия не затрется, — обе версии будут сосуществовать без проблем. Таким образом, программы под версию 2.0 будут прекрасно видеть свою версию библиотеки, а программы под 3.5 — свою, и вы не получите краха системы из-за некорректной версии DLL.

Тут вы можете спросить: а что если я создам свою библиотеку и дам ей имя Microsoft.Build.Engine — смогу ли я затереть библиотеку Microsoft и устроить крах для DLL-файлов? По идее, это невозможно, если только разработчики не допустили ошибки в реализации. Каждая сборка подписывается так, что для подмены чужой библиотеки вам понадобится ключ, которым она подписана.

Если в кэше окажутся две библиотеки с одинаковыми именами, но с разными подписями, они будут мирно сосуществовать в кэше, и программы станут видеть ту библиотеку (сборку), которую и задумывал разработчик. Когда программист указывает, что в его проекте нужна определенная сборка из GAC (именно из GAC, а не локально), то в метаданных сохраняется имя сборки, версия и ключ и при запуске .NET Framework ищет именно эту библиотеку. Так что проблем не должно быть, и пока ни у кого не было, — значит, разработчики в Microsoft все сделали хорошо.

С помощью подписей легко бороться и с возможной подменой DLL-файла. Когда вы ссылаетесь на библиотеку, то можете указать, что вам нужна для работы именно эта версия, и VS запомнит версию и открытый ключ. Если что-то не будет совпадать, то приложение работать не станет, а значит, закрываются такие потенциальные проблемы, как вирусы, которые занимаются подменой файлов.

Сборки, которые находятся в том же каталоге, что и программа, называются *приватными* (private), потому что должны использоваться только этим приложением, и их подписывать не обязательно. Сборки, зарегистрированные в GAC, называются *совместными* или *разделяемыми* (shared).

Теперь посмотрим, из чего состоит версия сборки, — ведь по ней система определяет, соответствует ли она требованиям программы или нет и можно ли ее использовать. Итак, версия состоит из четырех чисел:

- Major — основная версия;
- Minor — подверсия сборки;
- Build — номер полной компиляции (построения) в данной версии;
- Revision — номер ревизии для текущей компиляции.

Первые два числа характеризуют основную часть версии, а остальные два являются дополнительными. При запуске исполняемого файла, если ему нужен файл из GAC, система ищет такой файл, в котором основная часть версии строго сов-

падает. Если найдено несколько сборок с нужной основной версией, то система выбирает из них ту, что содержит максимальный номер подверсии. Поэтому, если вы только исправляете ошибку в сборке или делаете небольшую корректировку, изменяйте значение Build и Revision. Но если вы изменяете логику или наращиваете функционал (а это может привести к несовместимости), то следует изменять основную версию или подверсию — это зависит от количества изменений и вашего настроения. В таком случае система сможет контролировать версии и обезопасит вас от проблем с файлами DLL.

Щелкните правой кнопкой мыши на имени проекта в панели **Solution Explorer** и выберите в контекстном меню команду **Properties**. На первой вкладке **Application** (Приложение) нажмите кнопку **Assembly Information** (Информация о сборке). Перед вами откроется окно (рис. 1.7), в котором можно указать информацию о сборке, в том числе и ее версию в полях **Assembly Version**.

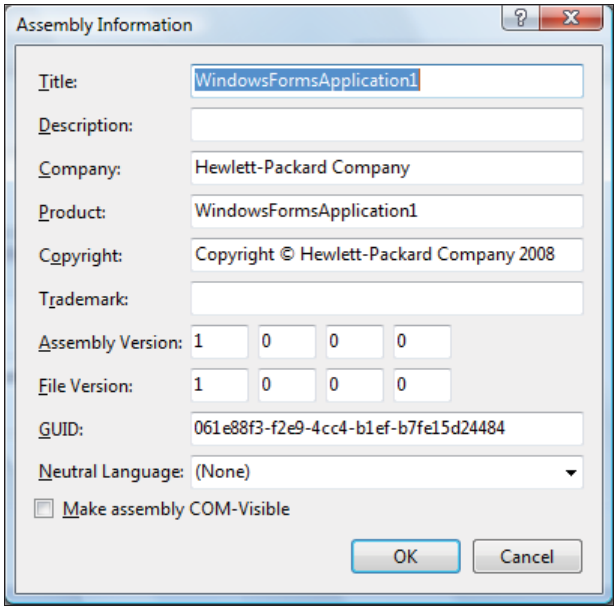


Рис. 1.7. Информация о сборке

Уже отмечалось, что исполняемые файлы, написанные под платформу .NET, не могут выполняться на процессоре, потому что не содержат машинного кода. Хотя нет, содержат, но только заглушку, которая сообщит пользователю о том, что нет виртуальной машины. Чтобы запустить программу для платформы .NET, у пользователя должна быть установлена ее нужная версия. В Windows 7/8/10 все необходимое уже есть, а для Windows XP, если кто-то ею еще пользуется, можно скачать и установить специальный пакет отдельно. Он распространяется компанией Microsoft бесплатно и, по статистике, уже установлен на большинстве пользовательских компьютеров.

Пакет .NET, позволяющий выполнять .NET-приложения, вы можете скачать с сайта Microsoft (**www.microsoft.com/net/Download.aspx**). Для .NET 2.0 этот файл занимает

23 Мбайт, а для .NET 3.0 — уже более 50 Мбайт. Ощущаете, как быстро и как сильно расширяется платформа? Но не это главное, главное — это качество, и пока оно соответствует ожиданиям большого количества разработчиков.

1.6. Формат исполняемого файла .NET

Для того чтобы вы лучше могли понимать работу .NET, давайте рассмотрим формат исполняемого файла этой платформы. Классические исполняемые файлы Win32 включали в себя:

- заголовок — описывает принадлежность исполняемого файла, основные характеристики и, самое главное, точку, с которой начинается выполнение программы;
- код — непосредственно байт-код программы, который будет выполняться;
- данные (ресурсы) — в исполняемом файле могут храниться какие-то данные, например строки или ресурсы.

В .NET-приложении в исполняемый файл добавили еще и метаданные.

C# является высокоуровневым языком, и он прячет от нас всю сложность машинного кода. Вы когда-нибудь просматривали Win32-программу с помощью дизассемблера или программировали на языке ассемблера? Если да, то должны представлять себе весь тот ужас, из которого состоит программа.

Приложения .NET не проще, если на них посмотреть через призму дизассемблера, только тут машинный код имеет другой вид. Чтобы увидеть, из чего состоит ваша программа, запустите утилиту ildasm.exe, которая входит в поставку .NET SDK. Если вы работаете со средой разработки Visual Studio .NET, то эту утилиту можно найти в каталоге C:\Program Files (x86)\Microsoft SDKs\Windows\v7.0A\Bin (при использовании 7-й версии SDK).

Запустите эту утилиту, и перед вами откроется окно программы дизассемблера. Давайте загрузим в нее наш проект `TestApplication` и посмотрим, из чего он состоит. Для этого выбираем в главном меню утилиты команду **File | Open** и в открывшемся окне — исполняемый файл. В результате на экране будет отображена структура исполняемого файла.

В нашем исходном коде был только один метод — `Main()`, но, несмотря на это, в структуре можно увидеть еще метод `.ctor`. Мы его не описывали, но он создается автоматически.

Щелкните двойным щелчком на методе `Main()` и посмотрите на его код:

```
.method public hidebysig static void  Main() cil managed
{
 .entrypoint
 // Code size       11 (0xb)
 .maxstack  1
 IL_0000:  ldstr "Hello World!!!"
```

```
    IL_0005:  call  void [mscorlib]System.Console::WriteLine(string)
    IL_000a:  ret
  } // end of method TestApplication::Main
```

Это и есть низкоуровневый код .NET-приложения, который является аналогом ассемблера для Win32-приложения. Помимо этого, вы можете увидеть в дереве структуры исполняемого файла пункт **MANIFEST**. Это манифест (текстовая информация или метаданные) исполняемого файла, о котором мы говорили ранее.

Как уже отмечалось, компиляторы .NET создают не байт-код, который мог бы выполняться в системе, а специальный IL-код. Исполняемый файл, скомпилированный с помощью любого компилятора .NET, будет состоять из стандартного PE-заголовка, который способен выполняться на Win32-системах, IL-кода и процедуры заглушки `CorExeMain()` из библиотеки mscoree.dll. Когда вы запускаете программу, сначала идет стандартный заголовок, после чего управление передается заглушке. Только после этого начинается выполнение IL-кода из исполняемого файла.

Программы .NET Core и .NET 5 не содержат Win32-кода. Вместо этого при публикации создается отдельный исполняемый файл, который и будет отвечать за инициацию выполнения сборки .NET Core/.NET 5.

Поскольку IL-код программы не является машинным и не может исполняться, то он компилируется в машинный байт-код на лету с помощью специализированного JIT-компилятора. Конечно же, за счет компиляции на лету выполнение программы замедляется, но это только при первом запуске. Полученный машинный код сохраняется в специальном буфере на вашем компьютере и используется при последующих запусках программы.

ГЛАВА 2

Основы C#

Теоретических данных у нас теперь достаточно, и мы можем перейти к практической части и продолжить знакомство с языком C# на конкретных примерах. Именно практика позволяет лучше понять, что происходит и почему. Книжные картинки и текст — это хорошо, но когда вы сами сможете запустить программу и увидеть результат, то лучшего объяснения придумать просто невозможно.

Конечно, сразу же писать серьезные примеры мы не сможем, потому что программирование — весьма сложный процесс, для погружения в который нужно обладать достаточно глубокими базовыми знаниями, так что на начальных этапах нам помогут простые решения. Но о них — чуть позже. А начнем мы эту главу с рассказа о том, как создаются пояснения к коду (комментарии), и поговорим немного о типах данных и пространстве имен, — т. е. заложим основы, которые понадобятся нам при рассмотрении последующих глав. Если вы знакомы с такими основами, то эту главу можете пропустить, но я рекомендовал бы вам читать все подряд.

2.1. Комментарии

Комментарии — это текст, который не влияет на код программы и не компилируется в выходной файл. А зачем тогда они нужны? С помощью комментариев я буду здесь вставлять в код пояснения, чтобы вам проще было с ним разбираться, поэтому мы и рассматриваем их первыми.

Некоторые используют комментарии для того, чтобы сделать код более читабельным. Хотя вопрос стиля выходит за рамки этой книги, я все же сделаю короткое замечание, что код должен быть все же читабельным и без комментариев.

Существуют два типа комментариев: однострочный и многострочный. *Однострочный* комментарий начинается с двух символов `//`. Все, что находится в этой же строке далее, — комментарий.

Следующий пример наглядно иллюстрирует сказанное:

```
// Объявление класса EasyCSharp
class EasyCSharp
{ // Начало
```

```
    // Функция Main
    public static void Main()
    {
      OutString()
    }
}  // Конец
```

Символы комментария // не обязательно должны быть в начале строки. Все, что находится слева от них, воспринимается как код, а все, что находится справа до конца строки, — это комментарий, который игнорируется во время компиляции. Я предпочитаю ставить комментарии перед строкой кода, которую комментирую, и, иногда, в конце строки кода.

Многострочные комментарии в C# заключаются в символы /* и */. Например:

```
/*
  Это многострочный
  комментарий.
*/
```

Если вы будете создавать многострочные комментарии в среде разработки Visual Studio, то она автоматически к каждой новой строке добавит в начало символ звездочки. Например:

```
/*
 * Это многострочный
 * комментарий.
*/
```

Это не является ошибкой и иногда даже помогает отличить строку комментария от строки кода. Во всяком случае, такой комментарий выглядит элегантно и удобен для восприятия.

2.2. Переменная

Понятие *переменная* является одним из ключевых в программировании. Что это такое и для чего нужно? Любая программа работает с данными (числами, строками), которые могут вводиться пользователем или жестко прописываться в коде программы. Эти данные надо где-то хранить. Где? Постоянные данные хранятся в том или ином виде на жестком диске, а временные данные — в оперативной памяти компьютера.

Под *временными данными* я понимаю все, что необходимо программе для расчетов. Дело в том, что процессор умеет выполнять математические операции только над регистрами процессора (это как бы переменные внутри процессора) или оперативной памятью. Поэтому, чтобы произвести расчеты над постоянными данными, их необходимо загрузить в оперативную память.

Допустим, мы загрузили данные в память, но как с ними теперь работать? В языке ассемблера для этого используются адреса памяти, где хранятся данные, а в высо-

коуровневых языках, к которым относится и C#, такие участки памяти имеют имена. Имя, которое служит для адресации памяти, и есть переменная. Имя проще запомнить и удобнее использовать, чем числовые адреса.

В .NET используется *общая система типов* (Common Type System, CTS). Почему именно «общая»? Дело в том, что приложения для этой платформы можно разрабатывать на разных языках. Раньше было очень сложно разрабатывать приложения сразу на нескольких языках, потому что у каждого была своя система типов, и хранение строки, скажем, в Delphi и в C++ происходило по-разному. Благодаря общности типов в .NET, на каком бы языке вы ни писали программу, типы будут одинаковые, и они одинаково будут храниться в памяти, а значит, станут одинаково интерпретироваться программой, и никаких проблем не возникнет.

В большинстве языков программирования выделяются два типа данных: простые (числа, строки, ...) и сложные (структуры, объекты, ...). В .NET и, соответственно, в C# такое разделение уже не столь четкое. Эта технология полностью объектная, и даже простые типы данных в ней являются *объектами*, хотя вы можете продолжать их использовать как простые типы в других языках. Это сделано для удобства программирования.

Полностью объектные типы данных уже пытались сделать не раз — например, в Java есть объекты даже для хранения чисел. Но это неудобно, поэтому для повышения скорости работы в Java применяются и простые переменные. При этом, когда нужно превратить простой тип в объект и обратно, производится упаковка и распаковка данных, — т. е. конвертация простого типа данных в объект и обратно.

В .NET типы можно разделить на размерные и ссылочные. *Размерные* — это как раз и есть простые типы данных. Если вам нужно сохранить в памяти число, то нет смысла создавать для этого объект, а достаточно просто воспользоваться размерным типом. В этом случае в памяти выделяется только необходимое ее количество.

Ссылочные типы — это объекты, а имя переменной — ссылка на объект. Обратите внимание, что это *ссылка*, а не указатель. Если вы слышали об указателях и об их уязвимости — не пугайтесь, в C#, в основном, применяются ссылки, хотя и указатели тоже возможны. Непонятно, что такое объект? Ничего страшного, пока для нас достаточно понимать, что есть простые типы данных — строки, числа (это достаточно легко представить) и нечто более сложное, называемое объектами.

В первой колонке табл. 2.1 представлены ссылочные типы данных или классы, которые реализуют более простые типы. Что такое *классы*, мы узнаем в *главе 3*, поэтому сейчас будем пользоваться более простыми их вариантами, которые показаны во второй колонке, т. е. *псевдонимами*.

Таблица 2.1. *Основные типы данных общей системы типов (CTS)*

Объект	Псевдоним	Описание
`Object`	`object`	Базовый класс для всех типов CTS
`String`	`string`	Строка

Таблица 2.1 *(окончание)*

Объект	Псевдоним	Описание
SByte	sbyte	8-разрядное число со знаком. Возможные значения от –128 до 127
Byte	byte	8-разрядное число без знака. Значения от 0 до 255
Int16	short	16-разрядное число со знаком. Возможные значения от –32 768 до 32 767
UInt16	ushort	16-разрядное число без знака. Значения от 0 до 65 535
Int32	int	32-разрядное число со знаком. Возможные значения от –2 147 483 648 до 2 147 483 647
UInt32	uint	32-разрядное число без знака. Значения от 0 до 4 294 967 295
Int64	long	64-разрядное число со знаком. Возможные значения от –9 223 372 036 854 775 808 до 9 223 372 036 854 775 807
UInt64	ulong	64-разрядное число без знака. Значения от 0 до 18 446 744 073 709 551 615
Decimal	decimal	128-разрядное число
Char	char	16-разрядный символ
Single	float	32-разрядное число с плавающей точкой стандарта IEEE
Double	double	64-разрядное число с плавающей точкой
Boolean	bool	Булево значение

Основные типы описаны в пространстве имен `System`, поэтому если вы подключили это пространство имен (подключается мастером создания файлов в Visual Studio), то можно указывать только имя типа. Если пространство имен не подключено, то нужно указывать полное имя, т. е. добавлять `System` перед типом данных, например:

```
System.Int32
```

Не знаете еще, что такое *пространство имен*? Об этом подробнее рассказано в *разд. 2.3*.

Самое интересное, что при использовании псевдонимов пространство имен не нужно. Даже если у вас не подключено ни одно пространство имен, следующая запись будет вполне корректной:

```
int i;
```

Таким образом, использование псевдонимов не требует подключения никаких пространств имен. Они существуют всегда. Я не знаю, с чем это связано...

Обратите внимание, что все типы данных имеют строго определенный размер. Когда вы объявляете переменную какого-либо типа, система знает, сколько нужно выделить памяти для хранения данных указанного типа. Для простых переменных

память выделяется автоматически — и не только в .NET, но и в классических приложениях для платформы Win32. Нам не нужно заботиться о выделении или уничтожении памяти, все эти заботы берет на себя система. Мы только объявляем переменную и работаем с ней.

2.3. Именование элементов кода

Я всегда стараюсь уделить немного внимания именованию, потому что это — основа любой программы. От того, как будут выбираться имена, зависит читабельность кода приложения, а чем понятнее код, тем проще с ним работать/писать/сопровождать.

Давайте сначала поговорим о *пространстве имен*. На мой взгляд, это достаточно удобное решение, хотя и ранее было что-то подобное в таких языках, как Delphi. Если вы имеете опыт программирования на этом языке, то должны знать, что для вызова определенной функции можно написать так:

```
имя_модуля.имя_функции
```

Пространство имен — это определенная область, внутри которой все имена должны быть уникальными. И именно благодаря использованию пространства имен уникальность переменных должна обеспечиваться только внутри — т. е. в разных модулях могут иметься переменные с одинаковыми именами. Так, например, в Delphi есть функция `FindFirst()`. Такая же функция есть среди API-функций Windows, и описана она в модуле `windows`. Если нужно использовать вариант `FindFirst()` из состава библиотеки визуальных компонентов (Visual Component Library, VCL), то можно просто вызвать эту функцию, а если нужен вариант из состава Windows API, то следует написать:

```
Windows.FindFirst
```

Это как названия улиц. Вот, например, вы видите в каком-либо тексте название улицы — Королева, а где она находится? Очень сложно с ходу дать правильный ответ, потому что улицу с таким названием можно найти в разных городах, так что как раз название города может выступать здесь в качестве пространства имен. А вот если мы напишем `Москва.Королева`, то теперь точно будем знать, какую улицу какого города мы имеем ввиду.

В .NET все: классы, переменные, структуры и т. д. — разбито по пространствам имен, что позволяет избавиться от возможных конфликтов в именовании и, в то же время, использовать одинаковые имена в разных пространствах.

Пространство имен определяется с помощью ключевого слова `namespace` следующим образом:

```
namespace Имя
{
  Определение типов
}
```

Так можно определить собственное пространство имен, которое действует между фигурными скобками, внутри которых можно объявлять свои типы. Имя пространства имен может состоять из нескольких частей, разделенных точками. В качестве первой части рекомендуется указывать название фирмы, в которой вы работаете. Если вы программист-одиночка, то можете написать свое собственное имя. Следующий пример показывает, как объявить пространство имен с именем `TextNamespace` для организации `MyCompany`:

```
namespace MyCompany.TextNamespace
{
  Определение типов, классов, переменных
}
```

Когда вы разрабатываете небольшую программу, то достаточно просто контролировать именование и не допускать конфликтов. Но если проект большой, и ваш код используется другими разработчиками, то без пространств имен не обойтись.

В C# желательно, чтобы даже маленькие проекты были заключены в какое-то пространство имен, и в одном проекте может быть использовано несколько пространств. Это всего лишь хороший, но нужный метод логической группировки данных.

В своих проектах я для каждой сборки создаю свое пространство.

Как хорошо выбрать пространство? Лично я предпочитаю использовать принцип *компания.проект.тематика*. Например, в моих проектах, которые вы можете найти на сайте **www.cydsoft.com**, я в исходных кодах использую пространство имен:

```
CyDSoftwareLabs.Имя_Программы
```

или

```
CyDSoftwareLabs.Имя_Библиотеки
```

Для доступа к типам, объявленным внутри определенного пространства имен, нужно писать так:

```
Имя_Пространства_Имен.Переменная
```

Мы изучали пока только переменные, но сюда можно отнести еще и классы, которые мы будем подробно рассматривать в *главе 3*.

Для доступа к переменной можно использовать и сокращенный вариант — только имя переменной, но для этого должно быть выполнено одно из двух условий:

- мы должны находиться в том же самом пространстве имен. То есть, если переменная объявлена внутри фигурных скобок пространства имен и используется в них же, имя пространства писать не обязательно;
- мы должны подключить пространство имен с помощью оператора `using`.

  Вспомните пример из *разд. 1.3.1*, где в самом начале подключается пространство имен `System` с помощью строки:

  ```
  using System;
  ```

В этом пространстве описаны все основные типы данных, в том числе и те, что мы рассматривали в табл. 2.1, и все основные инструменты и функции работы с системой. Наверное, все приложения .NET обязательно подключают это пространство имен, иначе даже типы данных пришлось бы писать в полном варианте. Например, целое число придется писать как `System.Int32`, но если в начале модуля вставить строку `using System;`, то достаточно написать только `Int32` — без префикса `System`.

Кстати, если не подключить пространство имен `System`, то доступ к консоли для вывода текста тоже придется писать в полном виде, ведь консоль также спрятана в пространстве имен `System`, и полный формат команды вывода на экран будет таким:

```
System.Console.WriteLine("Hello World!!!");
```

Но поскольку у нас пространство имен `System` уже подключено, то его указывать в начале команды необязательно.

Теперь поговорим о том, как правильно выбирать имена для переменных, методов и классов. Когда с программой работает множество человек или код слишком большой, то очень важно правильно именовать *переменные*. Давным-давно общепринятым стандартом было использование в начале имени чего-либо, указывающего на тип переменной. Если переменная должна хранить число, то перед именем ставили букву i, которая означала integer, или число. Для строк перед переменной ставили букву s (string, строка). Это старый подход и сейчас уже не рекомендуется к использованию.

Имя переменной должно быть таким, чтобы оно отражало смысл ее предназначения. Ни в коем случае не объявляйте переменную из одной или двух бессмысленных букв, потому что уже через месяц во время отладки вы не сможете вспомнить, зачем нужна такая переменная и для чего вы ее использовали.

В моих реальных программах (не в учебных примерах) одной буквой называются только переменные с именем `i` или `j`, которые предназначены для счетчиков в циклах. Их назначение заранее предопределено, а для других целей переменные с такими именами не используются. Никаких префиксов не должно быть — только имя, которое дает вам четко понять, что в этой переменной хранится. Рассмотрим несколько примеров:

- `sum` — скорее всего, в этой переменной будет какая-то сумма. Нам должно быть все равно, какого типа сумма: целое число или с плавающей точкой, главное — смысл значения;
- `filename` — явно имя файла и, скорее всего, строка, раз это имя;
- `productPrice` — цена товара.

Если вы знаете английский, то, наверное, обратили внимание, что все переменные — это имена существительные. Переменные — это значения, они не выполняют каких бы то ни было действий.

Когда нужно написать свой *метод* (не знаете, что такое «метод»? — об этом чуть позже), то для его имени можно тоже отвести отдельный префикс. Правда, я этого никогда не делал, т. к. имена методов хорошо видны и без дополнительных индика-

торов, потому что в конце имени метода необходимо указывать круглые скобки и при необходимости параметры.

Для именования *компонентов* у меня также нет определенных законов. Некоторые предпочитают ставить префиксы, а некоторые — просто оставляют значение по умолчанию. Первое абсолютно не запрещается — главное, чтобы вам было удобно. Однако работать с компонентами, у которых имена `Button1`, `Button2` и т. д., очень тяжело. Изменяйте имя сразу же после создания компонента. Если этого не сделать тотчас, то потом не позволит лень, потому что может понадобиться внесение изменений в какие-то куски кода, и, иногда, немалые. В этом случае приходится мириться с плохим именованием.

Если назначение переменной, компонента или функции нельзя понять по названию, то, когда придет время отладки, вы будете тратить на чтение кода лишнее время. А ведь можно позаботиться об удобочитаемости заранее и упростить дальнейшую жизнь себе и остальным программистам, которые работают с вами в одной команде.

В этой книге для именования переменных и прочих элементов в простых примерах я буду иногда отходить от рекомендованных здесь правил. Но когда вы станете создавать свое приложение, то старайтесь следовать удобному для себя стилю с самого начала. В будущем вы увидите все преимущества правильного структурированного кода и правильного именования переменных.

Возможно, я сейчас говорю о немного страшных для вас вещах — об именах методов или классов. Если что-то непонятно, оставьте закладку на этой странице и вернитесь сюда, когда узнаете, что такое «методы».

Когда вы пишете программу, то помните, что на этапе разработки соотношение затраченных усилий и цены — минимальное. Не жалейте времени на правильное оформление, чтобы не ухудшить свое положение во время поддержки программы, а за нее платят намного меньше. При поддержке плохого кода вы будете тратить слишком много времени на вспоминание того, что делали год или два назад. В определенный момент может даже случиться так, что написание нового продукта с нуля обойдется дешевле поддержки старого.

> ***Примечание***
>
> Начиная с Visual Studio 2008, можно именовать переменные и другие пользовательские типы русскими именами. Как я к этому отношусь? Не знаю... Я программист старой закалки, и пишу код еще с тех времен, когда компиляторы не понимали наш великий и могучий. Я привык давать переменным англоязычные имена. Я не против русских имен — возможно, это и удобно, но просто у меня за многие годы выработалась привычка, от которой сложно избавиться. Прошу прощения, но большинство переменных я буду именовать по старинке — на английском.

2.4. Работа с переменными

Мы определились с тем, что такое *переменные*, но самое интересное заключается в том, как их использовать. Давайте посмотрим, как можно объявить переменную типа `int`, а затем присвоить ей значение:

```
using System;

class EasyCSharp
{
  public static void Main()
  {
    int i;    // объявление переменной i
    i = 10;   // присваивание переменной значения 10
    Console.WriteLine(i);
  }
}
```

Переменные в C# объявляются в любом месте кода. От того, где объявлена переменная, зависит, где она будет видна, но об этом мы еще поговорим далее. Сейчас же нам достаточно знать, что объявление переменной должно быть выполнено до ее применения и желательно как можно ближе к первому использованию.

В нашем примере в методе `Main()` объявляется переменная `i`, которая будет иметь тип `int`, т. е. хранить целочисленное значение (вспоминаем табл. 2.1, где были приведены простые типы, в том числе и `int`). Объявление переменных происходит в виде:

```
тип имя;
```

Сначала пишем тип переменной, а затем через пробел имя переменной. Чтобы присвоить переменной значение, необходимо использовать конструкцию:

```
имя = значение;
```

В нашем примере мы присваиваем переменной `i` значение 10:

```
i = 10;
```

После этого участок памяти, на который указывает переменная `i`, будет содержать значение 10. Когда мы объявляем такие простые переменные, то .NET Framework автоматически выделяет память в соответствии с их размером, и нам не нужно заботиться, где и как это происходит.

Вот тут нужно сделать небольшое отступление. Каждый оператор должен заканчиваться точкой с запятой. Это необходимо, чтобы компилятор знал, где заканчивается один оператор и начинается другой. Дело в том, что операторы необязательно должны вписываться в одну строку, и необязательно писать только по одному оператору в строку. Вы легко можете написать:

```
int
  i;
i
  =
    10; Console.WriteLine(i);
```

В первых двух строчках объявляется переменная `i`. В следующих трех строчках переменной устанавливается значение. При этом в последней строке есть еще вывод содержимого переменной на экран. Этот код вполне корректен, потому что все

разделено точками с запятой. Именно по ним компилятор будет отделять отдельные операции.

Несмотря на то, что этот код вполне корректен, никогда не пишите так. Если строка кода слишком большая, то ее можно разбить на части, но писать в одной строке два действия не нужно. Строка получится перегруженной информацией и сложной для чтения.

Для объявления переменной `i` мы использовали псевдоним `int`. Полное название типа — `System.Int32`, и никто не запрещает использовать его:

```
System.Int32 i;
i = 10;
Console.WriteLine(i);
```

Результат будет тем же самым. Но большинству программистов просто лень писать такое длинное определение типа. Я думаю, что вы тоже будете лениться, ведь три буквы `int` намного проще написать, чем длинное определение `System.Int32`.

> ***Внимание!***
>
> Язык C# чувствителен к регистру букв. Это значит, что переменная `i` и переменная `I` — совершенно разные переменные. То же самое и с операторами языка — если тип называется `int`, то нельзя его писать большими буквами `INT` или с большой буквы `Int`. Вы должны четко соблюдать регистр букв, иначе компилятор выдаст ошибку.

Если нужно объявить несколько переменных одного и того же типа, то их можно записать через запятую, например:

```
int i, j;
```

Здесь объявляются две целочисленные переменные с именами `i` и `j`.

Теперь посмотрим, как определяются строки. Следующий пример объявляет строку `s`, присваивает ей значение и выводит содержимое на экран:

```
System.String s;
s = "Hello";
Console.WriteLine(s);
```

Объявление строк происходит так же, как и целочисленных переменных. Разница в присвоении значения. Значение строки должно быть заключено в двойные кавычки, которые указывают на то, что это текст.

Присваивать значение переменной можно сразу же во время объявления, например:

```
int i = 10;
```

В этом примере объявляется переменная и тут же ей назначается значение.

Ставить пробелы вокруг знака равенства не обязательно, и строку можно было написать так:

```
int i=10;
```

Но этот код, опять же, выглядит не слишком красиво. Помните, что красота — это не только баловство, это еще и удобство. Кто-то очень умный как-то сказал, что мы

пишем код только один раз, а читаем потом мнократно. Возможно я сейчас привел это высказыванием не дословно, но смысл точно был таким.

Из личного опыта могу сказать, что чаще всего мне приходится работать с целыми числами и типом данных `int`. Но я также очень часто пишу экономические и бухгалтерские программы, а вот тут уже нужна более высокая точность данных, где участвует запятая, — используются вещественные или дробные числа. Для хранения дробных чисел в .NET чаще всего используют тип данных `double`, потому что его размера вполне достаточно. В коде программы дробная часть записывается вне зависимости от региональных настроек через точку:

```
double d = 1.2;
```

В этой строке кода объявляется переменная `d`, которой сразу же присваивается значение одна целая и две десятых.

А вот когда вы запустите программу и попросите пользователя ввести данные, то он должен будет вводить их в соответствии с установленными в операционной системе региональными настройками.

Что произойдет, если попытаться присвоить значение одной переменной другой переменной? Мы уже знаем, что переменная — это имя какого-то участка памяти. Когда мы присваиваем значение одной переменной другой переменной, будут ли обе переменные указывать на одну память? Это зависит от ряда условий. Так, для простых типов (строка, число и т. п.) при присвоении копируется значение. Каждая переменная является именем своего участка памяти, и при присвоении одно значение из своего участка памяти копируется в участок памяти другого. Но это не касается ссылочных типов, где копируется ссылка, и обе переменные начинают ссылаться на один и тот же объект в памяти.

Переменные мы будем использовать очень часто и в большинстве примеров, поэтому тема работы с ними останется с вами надолго.

Рассмотрим простую, но очень полезную задачку на работу с переменными. Допустим, что у нас есть две переменные:

```
string firstname = "Фленов";
string lastname = " Михаил";
```

Кто-то явно ошибся и в переменную для имени поместил фамилию, а в переменную для фамилии попало имя. Как поменять эти две переменные местами? Если мы попытаемся скопировать фамилию в имя:

```
firstname = lastname;
```

то тогда в обеих переменных будет `Михаил`. Мы просто затерли имя и потеряли данные. Вместо этого надо завести еще одну переменную:

```
// скопировали Фленов из firstname в temp
string temp = firstname; // в temp теперь Фленов
firstname = lastname; // копируем Михаил в firstname
lastname = temp; // копируем из temp переменной фамилию
```

Таким образом мы за счет дополнительной переменной поменяли значения в двух ячейках памяти местами.

2.4.1. Строки и символы

О *строках* мы уже говорили в *разд. 1.3.2*, и там мы узнали, что они заключаются в двойные кавычки:

```
string str = "Это строка";
```

Строки — это не совсем простые переменные. Вспомните табл. 2.1, где были указаны простые типы данных в .NET и их размеры. Когда вы объявляете переменную, то система сразу знает, сколько памяти нужно выделить для хранения значения. А как быть со строками? Каждый символ в строке занимает два байта (в .NET используется Unicode для хранения строк, но они могут, по мере надобности, преобразовываться и в другие кодировки), но количество символов в строке далеко не всегда возможно узнать заранее. Как же тогда быть?

В Win32 и классических приложениях на языке C/C++ программист должен был перед использованием строки выделить для нее память. Чаще всего это делалось одним из двух способов: с помощью специализированных функций или с помощью объявления *массива* из символов (о массивах читайте в *разд. 2.4.2*). Но оба способа не идеальны и при неаккуратном использовании приводили к переполнению буфера или выходу за пределы выделенной памяти. При этом проникший в систему хакер мог изменять произвольные участки памяти, приводить к крушению системы или даже взламывать компьютер.

Новую платформу .NET разрабатывали максимально безопасной, поэтому безопасность строк стояла на первом месте. Чтобы не придумывать велосипед и не ошибиться, разработчики посмотрели, что уже существует в мире, и взяли из него самое лучшее. Мне кажется, что за основу была взята работа со строками в Java, где строки создаются только один раз, и система сама выделяет память для их хранения.

Рассмотрим пример кода:

```
string str = "Это строка";
```

Здесь переменной `str` присваивается текст, а .NET Framework во время выполнения может без проблем подсчитать количество символов в строке, выделить память для хранения текста и сохранить там данные.

А что, если переменной присваивается текст, который вводится пользователем в каком-то окне? В этом случае система должна сначала получить вводимую информацию, подсчитать ее размер, выделить необходимую память и сохранить туда введенную информацию.

Теперь посмотрим на следующие три строки кода:

```
string str;
str = "Это строка";
str = "Это еще одна строка!";
```

В первой строке мы просто объявляем переменную с именем `str`. Мы еще не присвоили ей никакого значения, а значит, `str` останется просто не проинициализированной, и память для нее не будет выделена. Если попытаться обратиться к такой переменной, произойдет ошибка доступа к непроинициализированной переменной.

Во второй строке кода переменной присваивается текст. Именно в этот момент под переменную `str` будет выделена память, и в эту память будет сохранен текст. Тут все понятно и легко, потому что система подсчитывает количество символов (их 10) и выделяет память для них.

Следующая строка кода присваивает все той же переменной `str` новый текст, в котором теперь 20 символов. Но система уже выделила память, и там хватает места только для половины символов, куда же девать остальные? В .NET нельзя изменять строки, и при каждой попытке их изменения просто создается новый экземпляр. Что это значит? Несмотря на то, что `str` уже проинициализирована и содержит значение, память старого значения будет уничтожена, и вместо нее будет создана новая переменная с необходимым количеством памяти. Чувствуете мощь?

Мощь — это хорошо, но она бьет по скорости выполнения кода. Если при каждом изменении уничтожать старую память и выделять новую, то ресурсы процессора будут расходоваться на дополнительные операции обеспечения безопасности, а ведь часто можно обойтись без пересоздания переменной. Тем не менее безопасность, во-первых, все же важнее скорости, а во-вторых, есть методы работы со строками, требующие частого их изменения, но выполняющиеся очень быстро, и о них мы еще поговорим.

Обратите внимание, что система сама выделяет память для хранения нужной строки требуемого объема. В классических приложениях Win32 программистам очень часто приходилось говорить четко — сколько памяти выделить и когда уничтожать выделенную память. В .NET в этом нет необходимости — платформа сама берет на себя все заботы по уничтожению любой выделенной памяти.

Помимо строк в .NET есть еще один тип данных, который может хранить *символ*. Да, именно один символ, и это тип `char`:

```
char ch = 'f';
```

Здесь показано, как объявить переменную `ch` типа `char` и присвоить ей значение — символ `'f'`. Обратите внимание, что строки в C# обрамляются двойными кавычками, а одиночный символ типа `char` — одинарными. Если же вы присваиваете один символ строке, то его нужно обрамлять двойными кавычками:

```
string ch = "f";
```

То есть, несмотря на то, что мы в переменной `ch` сохраняем только один символ, его нужно обрамлять двойными кавычками, потому что переменная `ch` имеет тип `string`.

2.4.2. Массивы

Уметь хранить в памяти одно значение любого типа — это хорошо, но может возникнуть необходимость хранить в памяти группу значений одинакового типа.

Допустим, что нужно сохранить где-то несколько чисел — например: 10, 50 и 40. Пока не будем вдаваться в подробности, зачем это нужно и что означают числа, а лишь представим, что это просто необходимо.

Для хранения нескольких чисел можно создать три переменные, а можно создать только одну переменную, но в виде *массива* из 3-х целых чисел и обращаться значениям массива по индексу. Тут можно подумать, что проще завести все же три переменные и не думать о каких-то массивах. Но что вы станете делать, когда нужно будет сохранить 100 различных значений? Объявлять 100 переменных — это катастрофа. Проще шубу заправить в брюки, чем реализовать этот код, хотя заправлять шубу в брюки — такая же глупость, как и объявлять 100 переменных.

Итак, как же мы можем объявить массив определенного типа данных? Для этого после типа данных нужно указать квадратные скобки. Например, если простую числовую переменную мы объявляем так:

```
int переменная;
```

то массив из чисел объявляется так:

```
int[] переменная;
```

Теперь у нас есть переменная, и мы могли бы ее использовать, если бы не одно очень большое и жирное **НО** — переменная не проинициализирована. Как мы уже знаем, простые типы данных имеют определенный размер, и система может выделить память для их хранения автоматически, а тут перед нами массив, и мы даже не знаем, какой у него размер (сколько элементов он будет хранить). Это значит, что система при всем желании не может знать, сколько памяти нужно зарезервировать под данные массива.

Чтобы проинициализировать переменную массива (непосредственно выделить память), используется оператор `new`, а в общем виде инициализация выглядит так:

```
переменная = new тип[количество элементов];
```

Допустим, нам нужен массив из трех чисел, — его можно объявить и проинициализировать следующим образом:

```
int[] intArray;
intArray = new int[3];
```

В первой строке мы объявляем переменную, а во второй присваиваем ей результат инициализации для трех элементов. А ведь то же самое можно сделать в одной строке — сразу же объявить переменную и тут же присвоить ей результат инициализации, как мы уже делали это с простыми типами. Следующая строка кода объявляет и инициализирует переменную в одной строке:

```
int[] intArray = new int[3];
```

Только с простыми типами мы не писали слово `new`. Как мы уже знаем, число имеет четкий размер, и для хранения числа не нужно выделять память — достаточно объявить переменную, и память уже будет выделена. Массив же может хранить

большое количество значений, и поэтому инициализировать его нужно с помощью new, и в этот момент для хранения указанного количества элементов указанного типа будет выделена необходимая память. В приведенном примере память будет выделена для хранения трех чисел.

Теперь у нас есть одна переменная, и мы можем хранить в ней три разных значения одновременно. Но как к ним обращаться? Очень просто — после имени переменной в квадратных скобках пишем индекс элемента, к которому нужно обратиться. Следующий пример присваивает элементу с индексом 1 значение 50:

```
intArray[1] = 50;
```

И вот тут самое интересное и очень важное — нумерация элементов в массиве. Элементы массивов в C#, как и в большинстве других языков программирования, нумеруются с нуля. Это значит, что если мы создали массив для трех элементов, то их индексы будут 0, 1 и 2, а не 1, 2 и 3. Обязательно запомните это, иначе будете часто видеть сообщение об ошибке выхода за пределы массива. Ничего критического для системы вы сделать не сможете, но вот ваша программа будет завершать работу аварийно.

В следующем примере я сохраняю в трех элементах массива три значения: 10, 50 и 40:

```
intArray[0] = 10;

intArray[1] = 50;

intArray[2] = 40;
```

Раз уж мы заговорили о пределах массива, сразу же скажу об их безопасности. В Win32-приложениях выход за пределы массива, как и выход за пределы строки, был очень опасен и вел к тем же самым последствиям. При выходе за пределы размера строки не генерировалась ошибка, а данные за этими пределами изменялись, что могло разрушить важные участки данных, попавших за пределы области памяти строки.

На самом деле, строки в Win32 — это разновидность массива, просто это массив одиночных символов, т. е. в C он выглядел бы примерно так:

```
char[] строка;
```

Именно так можно объявить массив символов и в каждый элемент массива поместить соответствующую букву слова.

Поскольку выход за пределы массива опасен для программы или даже для ОС, платформа .NET защищает нас от выхода за пределы массива, и вы можете обращаться только к выделенной памяти. Да, тут мы теряем в гибкости, но зато выигрываем в безопасности, — при попытке обратиться к элементу за пределами массива произойдет ошибка.

Теперь посмотрим на небольшой пример, который объявляет и инициализирует массив из 3 чисел, а потом выводит содержимое массива на экран:

```
int[] intArray = new int[3];

intArray[0] = 10;
intArray[1] = 50;
intArray[2] = 40;
intArray[3] = 40;   // ошибка, мы выделили массив из 3-х элементов

Console.WriteLine(intArray[0]);
Console.WriteLine(intArray[1]);
Console.WriteLine(intArray[2]);
```

Инициализация массива с помощью оператора `new` очень удобна, когда элементы заполняются расчетными данными или каким-то другим способом. Когда же количество элементов и их значения известны заранее, то такая инициализация не очень удобна. Например, для создания массива с названиями дней недели придется писать как минимум 8 строк: одну — для объявления и инициализации и 7 строк — для заполнения массива значениями. Это нудно и неудобно, поэтому для случаев, когда значения известны заранее, придумали другой способ инициализации:

```
Переменная = { Значения, перечисленные через запятую };
```

Тут не нужен оператор `new` и не нужно указывать размер массива — система подсчитает количество элементов в фигурных скобках и выделит соответствующее количество памяти. Например, следующий код показывает, как создать массив с названиями дней недели за один оператор (я просто записал его в две строки для удобства), после чего на экран выводится третий элемент массива (который имеет индекс 2 — надеюсь, вы не забыли, что элементы нумеруются с нуля):

```
string[] weekDays = { "Понедельник", "Вторник",
    "Среда", "Четверг", "Пятница", "Суббота", "Воскресенье" };
Console.WriteLine(weekDays[2]);
```

Пока что этой информации о массивах вам достаточно. Постепенно, используя массивы, мы улучшим о них наши познания.

Массивы не ограничены только одним измерением. Если нам нужно сохранить таблицу данных, то вы можете создать двумерный массив:

```
int[,] myArray;
myArray = new int[3,3];
```

Здесь объявляется двумерный массив с именем `myArray`. Размерность массива легко подсчитать, прибавив единицу к количеству запятых внутри квадратных скобок в первой строке. Если запятых нет, то к нулю прибавляем 1, а это значит, что по умолчанию — без запятых — создается одномерный массив.

Во второй строке происходит инициализация массива. Обратите внимание, что в квадратных скобках через запятую указаны размеры каждой размерности. Для одномерного массива мы указывали только одно число, а тут нужно указывать две размерности: X и Y. В данном случае система выделит в памяти таблицу для хранения целых чисел размером 3×3 элемента.

Следующий пример показывает, как можно объявить и тут же создать трехмерный массив данных:

```
int[,,] myArray = new int[6, 6, 5];
```

Доступ к элементам многомерного массива происходит почти так же, как и к одномерным, просто в квадратных скобках нужно через запятую указать индексы каждой размерности элемента, к которому вы хотите получить доступ. Следующая строка изменяет значение элемента двумерного массива с индексом (1, 1):

```
myArray[1, 1] = 10;
```

Если вы используете трехмерный массив, то в квадратных скобках придется указать значения всех трех размерностей.

2.4.3. Перечисления

Следующее, что мы рассмотрим, — это *перечисления*: `enum`. Перечисления — не совсем тип данных, я бы сказал, что это способ создания собственных удобных типов данных для перечислений небольшого размера. Если сказанное непонятно, не пытайтесь сходу вникнуть, сейчас все увидите на примере.

В данном случае лучшим примером могут служить дни недели. Допустим, нам нужно иметь переменную, в которой надо сохранить текущий день недели. Как это можно сделать? Сначала следует просто понять, что такое день недели и в каком типе данных его представить. Можно представить его строкой, но это будет уже не день недели, а всего лишь *название* дня недели. Можно представить его числом от 1 до 7 или от 0 до 6 (кому как удобнее), но это будет *номер* дня, но не день недели. Как же тогда быть? Почему разработчики Visual Studio не позаботились о такой ситуации и не внедрили тип данных, который являлся бы именно днем недели? Возможно, и внедрили, но это не важно, потому что подобные типы данных мы можем легко создавать сами с помощью перечислений `enum`.

Итак, объявление перечисления `enum` выглядит следующим образом:

```
enum имя { Значения через запятую };
```

Наша задача по созданию типа для хранения дня недели сводится к следующей строке кода:

```
enum WeekDays { Monday, Tuesday, Wednesday,
    Thursday, Friday, Saturday, Sunday };
```

Вот и все. В фигурных скобках записаны имена дней недели на английском — вполне понятные имена, которые можно использовать в приложении. Теперь у нас есть новый тип данных `WeekDays`, мы можем объявлять переменные этого типа и присваивать им значения дней недели. Например:

```
WeekDays day;
day = WeekDays.Thursday;
```

В первой строке мы объявили переменную `day` типа `WeekDays`. Это объявление идентично созданию переменных любого другого типа. Во второй строке переменной присваивается значение четверга. Как это делается? Нужно просто написать тип данных, а через точку указать то значение перечисления, которое вы хотите присвоить: `WeekDays.Thursday`.

Чтобы показать перечисления во всей красе, я написал небольшой пример, который иллюстрирует различные варианты их использования. Код примера приведен в листинге 2.1.

Листинг 2.1. Пример работы с `enum`

```
class Program
{
  enum WeekDays { Monday, Tuesday, Wednesday,
              Thursday, Friday, Saturday, Sunday };

  static void Main(string[] args)
  {
    // массив с названиями дней недели на русском
    string[] WeekDaysRussianNames = { "Понедельник", "Вторник",
      "Среда", "Четверг", "Пятница", "Суббота", "Воскресенье" };

    WeekDays day = WeekDays.Thursday;

    // вывод дня недели в разных форматах
    Console.WriteLine("Сегодня " + day);
    Console.WriteLine("Сегодня " + WeekDaysRussianNames[(int)day]);
    int dayIndex = (int)day + 1;
    Console.WriteLine("Номер дня " + dayIndex);

    // вот так можно делать проверку сравнением
    if (day == WeekDays.Friday)
       Console.WriteLine("Скоро выходной");
    Console.ReadLine();
  }
}
```

Чтобы проще было понять код примера, я добавил в него подробные комментарии. Сразу скажу, что если запустить это приложение, то на экране будет отображено:

```
Сегодня Thursday
Сегодня Четверг
Номер дня 4
```

Значения перечислений могут быть написаны только на английском и не могут содержать пробелы, поэтому при выводе на экран их имена могут показаться пользователю несколько недружественными. Чтобы сделать их дружественными, в этом

примере я создал массив из названий дней недели на русском и использовал его для превращения типа данных `WeekDays` в дружественное пользователю название.

После этого идет создание переменной типа `WeekDays`, и тут же ей присваивается значение четверга. Не знаю, почему я выбрал этот день, ведь сегодня на календаре среда, но что-то мне захотелось поступить именно так.

Далее идет самое интересное — вывод значения переменной `day`. В первой строке вывода я просто отправляю ее как есть на консоль. По умолчанию переменная будет превращена в строку (магия метода `ToString()`, о котором мы будем говорить в *разд. 3.10*), поэтому четверг на экране превратится в `Thursday`.

Следующей строкой я хочу вывести на экран название дня недели на русском. Для этого из массива `WeekDaysRussianNames` нужно взять соответствующую дню недели строку. Задачу упрощает то, что в массиве и в перечислении `enum` индексы значений каждого дня недели совпадают: в перечислении четверг имеет индекс 3 (перечисления, как и массивы, нумеруются с нуля), и в массиве названия дней недели нумеруются с нуля. Теперь нам нужно просто узнать индекс текущего значения переменной `day`, а для этого достаточно перед переменной поставить в круглых скобках тип данных `int` (этот метод называется *приведением типов*, о чем мы еще поговорим отдельно в *разд. 6.1*) вот так: `(int)day`. Этим мы говорим, что нам нужно не название дня, а именно индекс. Полученный индекс указываем в качестве индекса массива и получаем имя дня недели на русском:

```
WeekDaysRussianNames[(int)day]
```

Теперь я хочу отобразить на экране номер дня недели. Мы уже знаем, что для получения индекса нужно перед именем поставить в скобках тип данных: `int`. Но индекс нумеруется с нуля, поэтому я прибавляю единицу, чтобы четверг был 4-м днем недели, как привыкли люди в жизни, а не компьютеры в виртуальности.

Напоследок я показываю, как переменные типа перечислений `enum` можно использовать в операторах сравнения. Даже не знаю, что тут еще добавить, мне кажется, что код намного красноречивее меня.

По умолчанию элементы перечисления получают индексы (значения) от 0. А что, если мы хотим, чтобы они имели индексы, начиная со ста? В этом случае можно первому элементу присвоить нужный нам индекс. Это делается простым присваиванием:

```
enum MyColors
{
  Red = 100,
  Green,
  Blue
}
```

Я тут завел новое перечисление цветов, чтобы оно было поменьше по размеру. Теперь, если привести красный цвет к числу, мы увидим 100, в случае с зеленым — увидим 101, а для синего это будет 102.

Вы можете назначить каждому элементу свои собственные индексы:

```
enum MyColors
{
  Red = 100,
  Green = 110,
  Blue = 120
}
```

2.5. Простейшая математика

Переменные заводятся для того, чтобы производить с ними определенные вычисления. Мы пока не будем углубляться в сложные математические формулы, но на простейшую математику посмотрим.

В языке C# есть следующие математические операторы:

- сложение (+);
- вычитание (-);
- умножение (*);
- деление (/).

Давайте заведем переменную i, которой присвоим сначала значение 10, а потом умножим эту переменную на 2 и разделим на 5. В коде это будет выглядеть следующим образом:

```
int i;
i = 10;
i = i * 2 / 5;
Console.WriteLine(i);
```

Как видите, писать математические вычисления не так уж и сложно — практически так же, как и в школе в тетради. Переменной i просто присваиваем результат математических вычислений.

В программировании можно взять переменную, изменить ее и записать результат обратно в эту же переменную.

Существуют и сокращенные варианты математических операций, позаимствованные из языка C++:

- увеличить значение переменной на 1 (++);
- уменьшить значение переменной на 1 (--);
- прибавить к переменной (+=);
- вычесть из переменной (-=);
- умножить переменную на значение (*=);
- разделить переменную на значение (/=).

Вот тут нужны некоторые комментарии. Допустим, мы хотим увеличить значение переменной `i` на 1. Для этого можно написать следующие строки кода:

```
int i = 10;
i = i + 1;
```

В первой строке кода мы объявляем переменную `i` и присваиваем ей значение 10. Во второй строке значение переменной увеличивается на 1, и мы получаем в результате число 11. А можно использовать более короткий вариант:

```
int i = 10;
i++;
```

В первой строке кода также объявляется переменная `i`, а во второй строке значение этой переменной увеличивается на 1 с помощью оператора `++`.

Теперь посмотрим, как можно уменьшать значение переменной с помощью оператора `--`:

```
int i = 10;
i--;
```

В результате в переменной `i` после выполнения этого кода будет находиться число 9. Это то же самое, что написать: `i = i - 1`.

Если нужно увеличить значение переменной на значение, отличное от 1, то можно воспользоваться оператором `+=`. Записывается он следующим образом:

```
переменная += значение;
```

Это означает, что к переменной нужно прибавить значение, а результат записать обратно в переменную.

Например:

```
int i = 10;
i += 5;
```

Здесь объявляется переменная `i` и тут же ей присваивается значение 10. Во второй строке значение переменной увеличивается на 5.

Точно так же можно воспользоваться и умножением. Если нужно умножить переменную `i` на значение — например, на 5, то пишем следующую строчку:

```
i *= 5;
```

Разумеется, можно уменьшать переменные на определенные значения или делить.

Если результат сложения чисел (целых и вещественных) предсказуем, то возникает очень интересный вопрос — а что произойдет, если сложить две строки? Математически сложить строки невозможно, так, может быть, эта операция не выполнима? Да нет, сложение строк вполне даже возможно, просто вместо математического сложения происходит *конкатенация*. Конкатенация — это когда одна строка добавляется (не прибавляется математически, а добавляется/присоединяется) в конец

другой строки. Так, следующий пример складывает три строки для получения одного текстового сообщения:

```
string str1 = "Hello";
string str2 = "World";
string strresult = str1 + " " + str2;
Console.WriteLine(strresult);
Console.ReadLine();
```

В результате на экране появится сообщение: **Hello World**.

А вот операции вычитания, умножения и деления со строками невозможны, потому что таких математических операций не существует, а нематематической операции со схожим смыслом я даже представить себе не могу. Нет, у меня, конечно же, не математическое образование, и, возможно, что-то подобное в сфере высокой математики существует, но умножения и деления строк в C# пока, все же, нет.

Помните, мы говорили в *разд. 2.4.1*, что строки никогда не изменяются, а всегда создаются заново. Посмотрите на следующий код:

```
string str1 = "Hello";
str1 = str1 + " World";
```

В первой строке мы объявляем переменную и присваиваем ей значение. Во второй строке переменной `str1` присваиваем результат сложения этой самой переменной `str1` и еще одного слова. Да, эта операция вполне законна, и в таком случае система сложит строки, подсчитает память, необходимую для хранения результата, и заново проинициализирует `str1` с достаточным объемом памяти для хранения результата конкатенации.

Математика в C# и, вообще, в программировании не так уж и сложна и идентична всему тому, что мы изучали в школе. Это значит, что классическая задача 2 + 2 * 2 решается компьютером так же, как и человеком, — результат будет равен 6 или около того. Правда, у некоторых людей иногда может получиться и 8, но это случается не так уж и часто. Приоритетность выполнения операций у компьютера та же, что мы изучали на уроках математики, а это значит, что он сначала выполнит умножение и только потом сложение — вне зависимости от того, как вы это записали: 2 * 2 + 2 или 2 + 2 * 2.

Если необходимо сначала выполнить сложение, и только потом умножение, то нужно использовать круглые скобки, которые имеют более высокий приоритет, и написать код так:

```
int result = (2 + 2) * 2;
```

Вот теперь результатом будет 8.

Я заметил, что с этим сложностей у пользователей не бывает, а основную проблему вызывает сокращенный *инкремент* или *декремент*, т. е. операции, соответственно, `++` и `--`. Если вы просто написали `i++`, то никаких вопросов и проблем нет. Переменная `i` просто увеличивается на 1. Проблемы возникают, когда оператор `++` или `--` пытается использовать в выражениях. Посмотрите на следующий код:

```
int i = 1;
int j = i++;
```

Как вы думаете, чему будут равны переменные `i` и `j` после его выполнения? Те, кто не имел опыта работы с инкрементом, считают, что переменная `i` будет равна 1, а `j` станет равна 2. Наверное, это связано с тем, что людям кажется, будто оператор `++` увеличивает переменную и как бы возвращает ее результат. Но инкремент ничего не возвращает, поэтому результат получается ровно обратный: `i` будет равно 2, а `j` будет равно 1.

Запомните, что если плюсы или минусы стоят после переменной, то во время вычисления будет использоваться текущее значение переменной `i` (а значит, в `j` будет записана 1), а увеличению окажется подвержена именно переменная `i` после выполнения расчетов в операторе (т. е. только `i` будет увеличена на 1).

Если вы хотите, чтобы переменная `i` увеличилась до выполнения расчета, то нужно поставить плюсы перед переменной `i`:

```
int j = ++i;
```

Выполняя этот код, программа сначала увеличит переменную `i` до 2, а потом присвоит это значение `i` (уже увеличенное) переменной `j`, а это значит, что обе переменные будут равны 2. Получается, что в обоих случаях в выражении просто используется текущее значение переменной: если `++` стоит *перед* переменной, то она увеличивается *до расчетов*, а если *после*, то увеличение произойдет *после расчетов*. А если вам нужно присвоить переменной `j` значение, на 1 большее, чем `i`, и при этом не надо увеличивать саму переменную `i`, то писать `i++` или `++i` нельзя, — следует использовать классическое математическое сложение с 1:

```
int j = i + 1;
```

Попробуйте теперь сказать, что будет выведено на экран после выполнения следующего кода:

```
int i = 1;
Console.WriteLine("i = " + i++);
```

В результате в консоли будет выведено: **i = 1**, а переменная `i` станет равна 2. Дело в том, что в консоль пойдет текущее значение переменной, а только после этого `i` будет увеличена до 2.

А теперь еще вопрос на засыпку — что будет, если выполнить следующую строку кода:

```
i = i++;
```

Вообще ничего не изменится. Ответ на первый взгляд немного нелогичен, но, с другой стороны, здесь ничего не нарушается из того, что мы только что узнали. Переменной `i` присваивается текущее значение, и именно оно является результатом, а то, что после этого инкремент `++` увеличивает число на 1, ни на что не влияет. Дело в том, что переменная `i` уже рассчитана при выполнении присваивания,

а операция инкремента переменной i будет просто потеряна (перезаписана результатом выполнения присвоения).

Теперь посмотрим на следующий пример:

```
int j = i++;
```

На этот раз переменная i будет увеличена на 1, а переменная j станет равна переменной i до инкремента.

Надо быть очень внимательным, используя операторы ++ и -- в проектах, потому что их неправильное применение приведет к неверной работе программы или даже к ошибке, и иногда такие ошибки увидеть с первого взгляда непросто.

Необходимо заметить еще одну очень важную особенность математики в C# — размерность расчетов. При вычислении операторов C# выбирает максимальную размерность используемых составляющих. Например, если происходит вычисление с участием целого числа и вещественного, то результатом будет вещественное число. Это значит, что следующий код не будет откомпилирован:

```
int d = 10 * 10.0;
```

Несмотря на то, что дробная часть второго числа равна нулю, и результат должен быть 100, что вполне приемлемо для целочисленного типа int, компилятор выдаст ошибку. Если хотя бы один из операндов имеет тип double, результат нужно записывать в переменную double или использовать приведение типов, о чем мы пока ничего не знаем, но все еще впереди.

Если тип данных всех составляющих одинаковый, то выбирается максимальная размерность. Например:

```
int i = 10;
byte b = 10 * i;
```

Во второй строке мы пытаемся сохранить результат перемножения числа 10 и переменной типа int в переменной типа byte. Эта переменная может принимать значения от 0 до 255, и, по идее, результат перемножения 10×10 должен в нее поместиться, но компилятор не будет этого выяснять. Он видит, что одна из составляющих равна int, и требует, чтобы результат тоже записывался в максимальный тип int.

Усложняем задачу и смотрим на следующий пример:

```
long l = 1000000 * 1000000;
```

В этом примере перемножаются миллион и миллион. Результат будет слишком большим для числа int, поэтому в качестве переменной результата был выбран тип long. Вроде бы все корректно, но результат компиляции опять будет ошибкой. В этом случае компилятор размышляет следующим образом: он видит числа, а все числа по умолчанию он воспринимает как int. Когда оба числа int, он рассчитывает результат именно в int и только потом записывает результат в переменную long. А поскольку компилятор не может рассчитать значение в памяти как int, то происходит ошибка.

Необходимо, чтобы в расчете участвовала хотя бы одна переменная типа `long`, тогда система будет и в памяти рассчитывать результат как `long`. Для этого можно ввести в пример дополнительную переменную, а можно просто после числа указать букву `L`, которая как раз и укажет компилятору, что перед ним находится длинное целое число:

```
long l = 1000000 * 1000000L;
```

Вот такой пример откомпилируется без проблем, потому что справа от знака умножения находится число, которое компилятор явно воспринимает как длинное целое `long`, и выберет этот тип данных, как максимальный.

2.6. Логические операции

Линейные программы встречаются очень редко. Чаще всего необходима определенная логика, с помощью которой можно повлиять на процесс выполнения программы. Под *логикой* тут понимается выполнение определенных операций в зависимости от каких-либо условий.

Логические операции строятся вокруг типа данных `bool`. Этот тип может принимать всего два значения: `true` или `false` (по-русски: истина или ложь). Следующая строка кода объявляет переменную и присваивает ей истинное значение:

```
bool variable = true;
```

В переменную можно сохранять результат сравнения. Ведь что такое сравнение, например, на равенство? Если два значения одинаковые, то результатом сравнения будет истина (результат сравнения верный), иначе — ложь (результат неверный).

2.6.1. Условный оператор *if*

Для создания логики приложения в C# есть оператор `if`, синтаксис которого в общем виде таков:

```
if (Условие)
  Действие 1;
else
  Действие 2;
```

После оператора `if` в скобках пишется условие. Если условие верно (истинно), то выполнится действие 1, иначе будет выполнено действие 2.

Второе действие является необязательным. Вы можете ограничиться только проверкой на верность условия, и в этом случае оператор будет выглядеть так:

```
if (Условие)
  Действие 1;
```

Обращаю ваше внимание, что в одном операторе `if` будет выполняться только одно действие. Если необходимо выполнить несколько операторов, то их нужно заключить в фигурные скобки:

```
if (Условие)
{
  Действие 1;
  Действие 2;
  ...
}
```

Если в этом примере забыть указать фигурные скобки:

```
if (Условие)
  Действие 1;
  Действие 2;
  ...
```

то при верности условия будет выполнено только *Действие 1*, да и остальные действия будут выполнены в любом случае, даже при ложном значении условия. Таким образом, как бы красиво ни был отформатирован код и задано условие, без фигурных скобок выполнятся все записанные действия. А фигурные скобки как бы объединяют несколько действий в одно, то есть представляют собой одно действие, хотя внутри этих скобок может быть сколько угодно команд:

```
if (Условие)
{
}
```

В качестве условия необходимо указать один из операторов сравнения. В C# поддерживаются следующие операторы:

- ❒ больше (>);
- ❒ меньше (<);
- ❒ больше либо равно (>=);
- ❒ меньше либо равно (<=);
- ❒ равно (==);
- ❒ не равно (!=).

Обратите внимание, что оператор сравнения на равенство — это *два* символа равно. Один такой символ — это еще присваивание, а два — это уже сравнение.

Допустим, что необходимо уменьшить значение переменной на единицу только в том случае, если она больше 10. Такой код будет выглядеть следующим образом:

```
int i = 14;
if ( i > 10 )
  i--;
```

Сначала мы заводим переменную `i` и присваиваем ей значение 14. Затем проверяем, и если переменная больше 10, то уменьшаем ее значение на единицу с помощью оператора `i--`.

Усложним задачу: если переменная больше 10, то уменьшаем ее значение на 1, иначе увеличиваем значение на 1:

```
int i = 14;
if ( i > 10 )
  i--;
else
  i++;
```

В обоих случаях выполняется только одно действие. Если действий должно быть несколько, то объединяем их в фигурные скобки:

```
int i = 14;
if ( i > 10 )
{
  i--;
  Console.WriteLine(i);
}
else
  i--;
```

Здесь если переменная больше 10, то выполняются два действия: значение переменной уменьшается и тут же выводится на экран консоли. Иначе значение переменной только уменьшается.

А что, если нужно выполнить действие, когда условие, наоборот, не выполнено? Допустим, что у нас есть проверка (`i > 0`), но мы хотим выполнить действие, когда это условие ложное. В таком случае можно развернуть условие следующим образом (`i <= 0`) или инвертировать его с помощью символа восклицательного знака: `!(i <= 0)`. Этот символ меняет булево значение на противоположное, т. е. `true` на `false` и наоборот.

```
int i = 0;
if (!(i > 0))
  Console.WriteLine("Переменная i равна или меньше нуля");
```

Кстати, подготавливая еще третье издание книги, я заметил, что в предыдущих изданиях упустил очень важную составляющую темы условных операторов — *логические операторы* `&&`, `||` и `!` (И, ИЛИ, НЕ). Я их тогда нигде не описал, а просто использовал в примерах кода, когда они мне понадобились. Так что давайте добавим их к предыдущему списку операторов сравнения:

- И (`&&`);
- ИЛИ (`||`);
- НЕ (`!`).

Как они используются? Допустим, нам нужно убедиться, что число `i` больше 0 и меньше 10. Очень популярная задача, особенно с массивами, потому что если у вас есть массив из 10 элементов, а вы попытаетесь обратиться к 11-му, то произойдет ошибка в программе. Очень важно проверить, что индекс, который мы хотим использовать, находится в допустимых пределах, и такую двойную проверку за один шаг можно сделать с помощью оператора `&&` (И):

```
int[] a = new int[10];
int i = 20;
if (i >= 0 && i < 10)
{
   // все в порядке, индекс верный
   int value = a[i];
}
```

В этом примере мы проверяем с помощью `if` переменную `i`, чтобы значение было больше или равно 0 И меньше 10. Именно оба условия должны быть одновременно выполнены.

Оператор `||` поможет проверить логическое ИЛИ. Давайте с его помощью решим ту же самую задачу:

```
int[] a = new int[10];
int i = 20;
if (i < 0 || i >= 10)
{
   // Ошибка, индекс не верный
}
```

Здесь мы ищем обратный результат — неверный индекс. Если `i` меньше нуля ИЛИ если `i` больше 10, то индекс для нас не корректный, и в этом случае будет выполнен следующий оператор.

И последний оператор — `!` (НЕ). Он меняет логику на обратную. Например, следующая строка проверяет, равно ли число `i` десяти:

```
if (i == 10)
```

А если мы хотим написать не равно, то можно использовать `!=` или просто символ `!` следующим образом:

```
if (!(i == 10))
```

2.6.2. Условный оператор *switch*

Когда нужно выполнить несколько сравнений подряд, мы можем написать что-то в стиле:

```
if (i == 1)
  Действие 1;
else if (i == 2)
  Действие 2;
else if (i == 3)
  Действие 3;
```

Никто не запрещает нам делать так, но не кажется ли вам, что этот код немного страшноват? На мой взгляд, в нем присутствует некоторое уродство, поэтому в таких случаях я предпочитаю использовать другой условный оператор — `switch`, синтаксис которого в общем виде таков:

```
switch (переменная)
{
  case Значение1:
    Действия (может быть много);
    break; // указывает на конец ветки
  case Значение2:
    Действия (может быть много);
    break; // указывает на конец ветки
  default:
    Действия по умолчанию;
    break; // указывает на конец ветки
}
```

Этот код выглядит немного приятнее, если привыкнуть. Программа последовательно сравнивает значение переменной со значениями и, если находит совпадение, выполняет соответствующие действия. Если ничего не найдено, то будет выполнен код, который идет после ключевого слова `default`. Действие по умолчанию не является обязательным, и этот отрывок кода можно опустить.

Следующий пример показывает, как можно проверить числовую переменную на возможные значения от 1 до 3. Если ничего не найдено, то будет выведено текстовое сообщение:

```
switch (i)
{
  case 1:
    Console.WriteLine("i = 1");
    break;
  case 2:
    Console.WriteLine("i = 2");
    break;
  case 3:
    Console.WriteLine("i = 3");
    break;
  default:
    Console.WriteLine("Ну не понятно же!");
    break;
}
```

Оператор `case` очень удобен, когда нужно сравнить переменную на несколько возможных значений. Впрочем, если вы предпочитаете использовать несколько операторов `if` подряд, то в этом нет ничего плохого.

2.6.3. Сокращенная проверка

Язык C# взял все лучшее из C++ и получил очень хороший метод короткой проверки логической операции:

```
Условие ? Действие 1 : Действие 2
```

Без каких-либо прелюдий мы сразу же пишем условие, которое должно проверяться. Затем, после символа вопроса, пишем действие, которое должно быть выполнено в случае истинного результата проверки, а после двоеточия пишем действие, которое должно быть выполнено при неудачной проверке.

Такой метод очень удобен, когда вам нужно произвести проверку прямо внутри какого-то кода. Например, в следующем коде проверка происходит прямо внутри скобок, где мы всегда указывали, что должно выводиться на экран:

```
int i = 10;
Console.WriteLine(i == 10 ? "i = 10" : "i != 10");
Console.WriteLine(i == 20 ? "i = 20" : "i != 20");
```

В обоих случаях переменная `i` проверяется на разные значения, и, в зависимости от результата проверки, будет выведено в консоль или сообщение после символа вопроса (в случае удачной проверки), или после символа двоеточия (если проверка неудачная).

2.7. Циклы

Допустим, нам нужно несколько раз выполнить одну и ту же операцию. Для этого можно несколько раз подряд написать один и тот же код, и никаких проблем. А если операция должна выполняться 100 раз? Вот тут возникает проблема, потому что писать 100 строчек кода нудно, неинтересно и абсолютно неэффективно. А если придется изменить формулу, которая выполняется 100 раз? После такого не захочется больше никогда программировать.

Проблему решают *циклы*, которые выполняют указанное действие определенное количество раз.

2.7.1. Цикл *for*

В общем виде синтаксис цикла `for` таков:

```
for (Инициализация; Условие; Порядок выполнения)
  Действие;
```

После оператора `for` в скобках указываются три оператора, разделенные точкой с запятой:

- *Инициализация* — начальное значение переменной счетчика;
- *Условие* — пока это условие возвращает истину, действие будет выполняться;
- *Порядок выполнения* — команда, которая должна увеличивать счетчик.

Итак, пока условие, указанное в скобках посередине, верно, будет выполняться действие. Обратите внимание, что циклически будет выполняться только одна команда. Если необходимо выполнить несколько действий, то их нужно заключить в фигурные скобки, точно так же как мы это делали с логическими операциями:

```
for (Инициализация; Условие; Порядок выполнения)
{
  Действие 1;
  Действие 2;
}
```

Действия, которые выполняет цикл, еще называют *телом цикла*.

Пора рассмотреть пример. Давайте посмотрим, как можно рассчитать факториал числа 5. В учебных целях факториалы очень удобны, поэтому я всегда рассматриваю их при описании циклов.

Что такое *факториал*? Это результат перемножения чисел от 1 до указанного числа. Факториал числа 5 — это результат перемножения 1 * 2 * 3 * 4 * 5. Можно явно прописать эту формулу, но это слишком просто и не универсально. Более эффектным решением будет использование цикла. Итак, следующий пример показывает, как можно рассчитать факториал числа 5:

```
int sum = 1, max = 5;
for (int i = 2; i <= max; i++)
{
  sum = sum * i;
}
Console.WriteLine(sum);
```

До начала цикла объявляются две целочисленные переменные: `sum` и `max`. Первая из этих переменных используется при расчете факториала, а вторая — определяет максимальное значение, до которого нужно перебирать математический ряд.

Переходим к рассмотрению цикла. В скобках оператора `for` в первом операторе объявлена переменная `i`, которой присваивается значение 2. Действительно, в операторе цикла тоже можно объявлять переменные, но тут нужно забежать вперед и сказать про *область видимости* такой переменной, — она будет доступна только внутри цикла. За пределами цикла переменная не будет видна. Например, следующий код будет ошибочным:

```
int sum = 1, max = 5;
for (int i = 2; i <= max; i++)
{
  sum *= i;
}
Console.WriteLine(i);
```

Здесь после цикла вызывается метод `WriteLine()`, который пытается вывести в консоль значение переменной `i`. Если попытаться скомпилировать этот проект, то компилятор выдаст ошибку и сообщит нам, что переменной `i` не существует. Если необходимо видеть переменную и за пределами цикла, то ее нужно объявить перед циклом:

```
int sum = 1, max = 5, i;
for (i = 2; i <= max; i++)
```

```
{
  sum *= i;
}
Console.WriteLine(i);
```

Вот теперь переменная `i` объявлена до цикла, а в скобках оператора `for` только задается ее значение. Теперь значение переменной окажется доступно и за пределами цикла, и код будет корректным.

Почему цикл начинается с 2, а не с нуля или с единицы? Интересный вопрос, но на него я отвечу чуть позже.

Второй оператор цикла `for` — условие (`i <= max`). Это значит, что цикл будет выполняться от 2 (это мы задали в первом параметре) и до тех пор, пока значение переменной `i` не станет больше значения переменной `max`. В условии не обязательно использовать переменную, можно было просто написать `i <= 5`.

Последний оператор цикла определяет, как будет изменяться счетчик. В нашем случае переменная `i` увеличивается на единицу — т. е. на каждом этапе к счетчику будет прибавляться единица. На самом деле тут может быть любое математическое выражение, например `i + 2`, если мы хотим, чтобы значение увеличивалось на 2.

Теперь посмотрим логику выполнения цикла. Когда начинает выполняться цикл, то переменная `i` изначально равна 2, а переменная `sum` равна 1. Это значит, что после выполнения действия: `sum *= i` (это то же самое, что написать `sum = sum * i`) в переменную `sum` будет записан результат перемножения 1 и 2.

Потом программа увеличит значение счетчика `i` на единицу (т. е. выполнит операцию `i++`). После увеличения счетчика происходит проверка, и если счетчик превысил или стал больше значения `max`, то цикл прерывается, и выполнение программы продолжается за пределами цикла. В нашем случае счетчик на втором шаге становится равным 3, а значит, нужно продолжать выполнение цикла. Снова выполняется действие `sum *= i`. После выполнения первого шага цикла переменная `sum` равна 2, и, следовательно, произойдет умножение этого числа на значение счетчика, т. е. на 3. Результат (6) будет записан в переменную `sum`.

Снова увеличиваем счетчик на 1 и производим проверку. И снова счетчик еще не превысил или не стал равен значению `max`. Что произойдет дальше, уже не сложно догадаться.

Таким образом, тело цикла выполняется от 2 до 5, т. е. 4 раза со значениями счетчика 2, 3, 4, 5. Как только счетчик станет равным 6, он превысит значение переменной `max`, и его выполнение прервется.

Значение счетчика можно увеличивать и в теле цикла. Например:

```
int sum = 1, max = 5;
for (int i = 2; i <= max;  )
{
  sum *= i;
  i++;
}
Console.WriteLine(sum);
```

Обратите внимание, что в скобках после `for` третий параметр пуст, и счетчик не увеличивается циклом. Зато он изменяется в теле цикла. Вторая команда тела цикла как раз и увеличивает счетчик.

2.7.2. Цикл *while*

Цикл `while` выполняется, пока условие верно. В общем виде синтаксис `while` таков:

```
while (условие)
  Действие;
```

Цикл выполняет только одно действие. Если необходимо выполнить несколько действий, то их нужно объединить фигурными скобками:

```
while (условие)
{
  Действие 1;
  Действие 2;
  ...
}
```

Посмотрим на пример расчета факториала с помощью цикла `while`:

```
int sum = 1, max = 5;
int i = 2;
while (i <= max)
{
  sum *= i;
  i++;
}
Console.WriteLine(sum);
```

Надеюсь, что этот пример будет красноречивее любых моих слов. Так как цикл может только проверять значение переменной, то начальное значение мы должны задать до начала цикла, а увеличивать счетчик нужно в теле цикла. Не забывайте про увеличение. Посмотрите на следующий код и попробуйте сразу на глаз определить ошибку, и к чему она приведет:

```
int sum=1, max=5;
int i = 2;
{
 while (i<=max)
  sum *=i;
  i++;
}
```

Я поставил здесь фигурные скобки так, что они не несут теперь никакой смысловой нагрузки и ни на что не влияют. После цикла нет фигурных скобок, а значит, будет выполняться только одно действие — увеличение `sum` в `i` раз. Увеличение перемен-

ной i происходить не будет, т. е. она никогда не превысит число 5, и цикл никогда не завершится, он станет бесконечным. Вывод? Надо быть внимательным при написании циклов и обязательно следует убедиться, что когда-нибудь наступит ситуация, при которой цикл прервется.

2.7.3. Цикл *do...while*

Цикл while имеет одно ограничение — если условие заведомо неверно, то действие не будет выполнено вообще ни разу. Иногда бывает необходимо выполнить действие один раз — вне зависимости от результата проверки условия. В этом случае можно воспользоваться циклом do...while, который выглядит так:

```
do
  Действие;
while (условие);
```

Я думаю, уже не нужно пояснять, что выполняется только одно действие, и что необходимо сделать, если надо выполнить в цикле несколько операций.

Для начала заметим одно важное различие — после скобок оператора while стоит точка с запятой. Второе различие — условие стоит после действия. Это значит, что сначала выполняется действие, а потом уже проверяется условие. Следующий шаг цикла будет выполнен, только если условие выполнено.

Посмотрим, как выглядит расчет факториала с помощью оператора do...while:

```
int sum = 1, max = 5;
int i = 2;
do
{
  sum *= i;
  i++;
} while (i <= max);
Console.WriteLine(sum);
```

А что, если нужно с помощью этого кода вычислить факториал числа 1? Факториал единицы равен единице, но если мы просто изменим max на 1, код вернет 2, ведь первый шаг цикла выполняется вне зависимости от проверки, а значит, цикл успеет умножить переменную на 2. Поэтому цикл do...while лучше не использовать для вычисления факториала, иначе он выдаст неверный результат для значения 1.

2.7.4. Цикл *foreach*

С помощью циклов очень удобно обрабатывать массивы значений. Допустим, у нас есть массив целых чисел, и нам нужно найти в нем максимальное и минимальное значения. Для начала посмотрим, как можно решить эту задачу с помощью цикла for:

```
int[] array = { 10, 20, 4, 19, 44, 95, 74, 28, 84, 79 };

int max = array[0];
int min = array[0];

for (int i = 0; i < 10; i++)
{
  if (array[i] < min)
    min = array[i];
  if (array[i] > max)
    max = array[i];
}

Console.WriteLine("Максимальное значение " + max);
Console.WriteLine("Минимальное значение " + min);
```

Для начала мы здесь объявляем и тут же инициализируем массив `array` десятью значениями. После этого объявляются две целочисленные переменные: `max` и `min`, которым по умолчанию присваивается значение нулевого элемента из массива. Я знаю, что массивы не пустые, поэтому могу так поступить. Если вы получаете данные от пользователя, то желательно проверять, чтобы массивы не были пустыми. Если там вообще нет элементов, то обращение к нулевому элементу пустого массива приведет к ошибке во время выполнения программы.

Теперь запускаем цикл, который будет выполняться от 0 и пока `i` меньше 10, т. е. максимум до 9, — именно такие значения может принимать индекс элементов в нашем массиве.

Внутри цикла сначала проверяем, меньше ли текущий элемент (`array[i]`) минимального, и, если это так, сохраняем текущее значение в переменной `min`. После этого такую же проверку делаем на максимальное значение. Обратите внимание, что после оператора `if` нет фигурных скобок, и это логично, потому что надо выполнить только одно действие.

Когда нужно работать со всем содержимым массива, я предпочитаю использовать цикл `foreach`. В общем виде синтаксис этого цикла таков:

```
foreach (тип переменная in массив)
  Действие;
```

В круглых скобках сначала мы описываем тип и переменную, через которую на каждом этапе цикла будем получать доступ к очередному значению, и указываем массив, все значения которого хотим просмотреть. Тип данных для переменной должен быть точно таким же, каким являются элементы массива. Если перед нами массив целых чисел, то и переменная должна иметь тип целого числа.

Теперь посмотрим, как будет выглядеть цикл `foreach` для поиска максимального и минимального элементов в массиве числовых значений:

```
int[] array = { 10, 20, 4, 19, 44, 95, 74, 28, 84, 79 };

int max = array[0];
int min = array[0];
```

```
foreach (int value in array)
{
  if (value < min)
    min = value;
  if (value > max)
    max = value;
}
```

Здесь мы также объявляем массив и инициализируем начальные значения для переменных результата. Самое интересное происходит в скобках `foreach`, где описывается переменная с именем `value` (имя, конечно же, может быть любым) типа `int`, потому что массив у нас из целых чисел.

Внутри цикла мы обращаемся к текущему элементу массива через переменную `value`, именно ее значение сравниваем с максимальным и минимальным значениями, и при необходимости сохраняем это значение в максимальном или в минимальном значении.

Преимущество цикла `foreach` в том, что вы не выйдете за пределы массива, и вам не нужно задумываться о том, сколько элементов находится в массиве. Вы всегда просмотрите все элементы массива.

2.8. Управление циклом

Циклы — достаточно мощное и удобное решение для множества задач, но они еще мощнее, чем вы думаете, потому что ходом выполнения цикла можно управлять. Давайте познакомимся с операторами, которые позволяют управлять ходом выполнения цикла.

2.8.1. Оператор *break*

Первый оператор — `break`. Как только программа встречает этот оператор, она прерывает цикл:

```
int sum = 1, max = 5;
for (int i = 2; ;)
{
  sum *= i;
  i++;
  if (i > max)
    break;
}
```

Обратите внимание, что после оператора `for` второй оператор в скобках пустой. Это значит, что проверки не будет, и такой цикл будет выполняться вечно. Если нет проверки, то нет и возможности прервать цикл. Но если посмотреть на тело цикла, то вы увидите, что там происходит проверка. Если переменная `i` больше значения

max, то выполняется оператор break, т. е. работа цикла прерывается. Это значит, что цикл будет проходить значения счетчика от 2 до 5 включительно.

2.8.2. Оператор *continue*

Следующий оператор, который позволяет управлять циклом, — continue. Этот оператор прерывает текущий шаг цикла и заставляет перейти на выполнение следующего шага. Например, вы хотите перемножить числа от 1 до 5, пропустив при этом число 4. Это можно выполнить следующим циклом:

```
int sum = 1, max = 5;
for (int i = 2; ;)
{
  if (i == 4)
  {
    i++;
    continue;
  }

  sum *= i;
  i++;

  if (i > max)
    break;
}
```

В этом примере перед тем, как произвести перемножение, происходит проверка. Если текущее значение счетчика равно 4, то тело цикла дальше выполняться не будет, а произойдет увеличение счетчика и переход на начало выполнения следующего шага. При этом, если до оператора continue есть какие-либо действия, они будут выполнены. Например:

```
int sum = 1, max = 5;
for (int i = 2; i <= max;)
{
  sum *= i;
  i++;

  if (i == 4)
    continue;
}
```

Здесь сначала переменная sum умножается на счетчик, и только потом произойдет проверка на равенство счетчика числу 4. В этом случае очень важно, что счет-чик увеличивается до проверки. Дело в том, что он не увеличивается автомати-чески (третий оператор в скобках после for пуст), и следующий цикл будет бесконечным:

```
int sum=1, max=5;
for (int i = 2; i<=max ;)
```

```
{
  sum *=i;

  if (i == 4)
    continue;

  i++;
}
```

Если счетчик `i` равен 4, то дальнейшего выполнения тела цикла не будет. При переходе на следующий шаг счетчик также не будет увеличен, а значит, опять `i` будет равен 4 и снова выполнится оператор `continue`. Так будет продолжаться бесконечно, потому что `i` не сможет увеличиваться и превысить значение переменной `max`.

2.9. Константы

Константы — это такие переменные, значения которых нельзя изменить во время выполнения программы. Значение задается только во время их объявления и после этого не изменяется. Чтобы переменная стала константой, в объявление нужно добавить ключевое слово `const`:

```
public const double Pi = 3.14;
int Pi2 = Pi * 2;
Pi = 3.1398; // ошибка
```

В первой строке я объявил константу, которая будет равна 3.14. В следующей строке я использую ее в коде для получения двойного значения π. А вот третья строка завершится ошибкой, потому что изменять константу нельзя.

Когда можно задействовать константы? Всегда, когда нужно использовать какое-то значение, которое по вашему мнению не должно изменяться во времени, — например, то же число π. Если вы просто будете в коде писать число 3.14, то ничего страшного в этом нет. Однако вы можете создать большой проект из тысяч строк кода, но вдруг выясните, что нужно использовать более точное значение π — например, с 10-ю знаками после запятой. Это приведет к тому, что придется просматривать весь код и исправлять все обращения к числу 3.14.

Тут кто-то может сказать, что есть операция поиска и замены, но может случиться так, что поиск/замена изменят не то, что нужно. Число 3.14 само по себе уникально, и у вас, скорее всего, с его поиском и заменой проблем не возникнет. А если нужно изменить число 1000 в определенных ситуациях на число 2000, то в этом случае уже возникает большая вероятность случайной замены не в том месте.

Значение константы не просто желательно указывать сразу — оно должно быть тотчас определено. Значение должно быть известно уже на этапе компиляции, потому что в этот момент компилятор как раз заменяет все константы на их значения, т. е. меняет имя на значение.

2.10. Нулевые значения

Ссылочные переменные могут принимать *нулевое* значение: `null`. Когда вы присваиваете `null`, то это как бы указывает на то, что переменная уже ни на что не ссылается. Если все переменные, которые ссылались на память, уничтожены, сборщик мусора может освобождать память.

Нулевое значение иногда оказывается удобным при работе со ссылочными типами. Например:

```
string param = null;
...
// здесь может быть какой-то код
...
if (param == null)
   param = "значение не было определено";
else
   param = "значение где-то определили";
```

Если переменной не присвоено значение, мы не можем к ней обращаться и даже использовать оператор сравнения. Но если мы присвоим ей значение `null`, то это уже хоть какое-то значение, переменная становится рабочей, и мы можем использовать сравнение.

Простые типы не могут принимать значение `null`, но мы можем сделать так, чтобы это стало возможно. Надо просто после имени типа данных указать вопросительный знак. Например:

```
int? i = null;
```

В этом примере переменная `i` объявлена как целочисленная, а вопросительный знак после имени типа указывает на то, что она может принимать значение `null`. Именно это я и демонстрирую в приведенном примере.

2.11. Начальные значения переменных

Допустим, мы объявили переменную — какое значение она получит? Интересный вопрос, и тут все зависит от того, где объявлена переменная. Если это переменная класса, то действуют следующие правила:

- числовые переменные инициализируются нулем;
- переменные типа `char` тоже равны нулю: `'\0'`;
- булевы переменные инициализируются в `false`;
- объекты остаются неинициализированными и получают значение `null`.

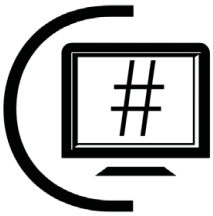
А что происходит со строковыми переменными? Строки в C# — это тоже объекты, а значит, по умолчанию такие переменные будут равны `null`. Строки, как и объек-

ты, нужно инициализировать явно. Единственное различие — для их инициализации можно использовать простое присваивание строкового значения.

Если переменная объявлена локально для какого-то метода, то вне зависимости от типа она не получает никаких начальных значений и ее нужно будет инициализировать явно. Компилятор просто не даст использовать переменную без инициализации и выдаст ошибку. Следующий пример не будет откомпилирован:

```
int foo()
{
  int i = 0;    // все в порядке
  int j;
  return i + j; // ошибка, обращение к неинициализированной j
}
```

ГЛАВА 3



Объектно-ориентированное программирование

К этому моменту мы уже обрели серьезные базовые знания, и полученной нами информации лет 30 назад было бы достаточно для написания программ на уровне того времени. В общем-то, мы тоже можем сейчас что-то написать в консоли, но кого удивишь текстовым интерфейсом в наши годы господства интерфейса визуального? Нечто более сложное писать в линейном режиме весьма трудоемко, поэтому и была предложена концепция *объектно-ориентированного программирования* (ООП), ставшая основой построения современных языков.

В этой главе с концепцией объектно-ориентированного программирования мы и познакомимся.

3.1. Объекты на C#

Давайте посмотрим, что нам приготовил простейший C#-проект. Первую строку пока опустим, а рассмотрим объявление класса и его реализацию:

```
class EasyCSharp
{
  public static void Main()
  {
    Console.WriteLine("Hello World!!!");
  }
}
```

C# — это полностью объектный язык, и в нем все построено вокруг понятий *класс* и *объект*. Что такое класс? Я бы назвал его самодостаточным блоком кода, имеющим все необходимые свойства и методы. Хороший класс должен обладать логической целостностью и завершенностью, чего далеко не всегда удается достичь особенно начинающим программистам, но все приходит с опытом. Хороший класс должен решать одну задачу, а не несколько сразу.

Я люблю объяснять принципы объектной технологии на примере строительных сооружений. Так вот, допустим, что сарай — это объект. Он обладает *свойствами*:

высотой, шириной и глубиной — ведь по своей форме сарай напоминает куб (мы берем самый простой вариант), для описания которого нужно знать длину его трех граней. А сараев может быть в городе много, все они обладают одними и теми же свойствами, и чтобы проще было обращаться ко всем сараям сразу, можно ввести для них понятие класса.

Класс — это описание объекта, так сказать, его проектная документация. По одному классу можно создать несколько объектов. Попробуем создать описание такого объекта, т. е. описать класс объекта «сарай»:

```
Класс Сарай
Начало описания
   Число Высота;
   Число Ширина;
   Число Глубина;
   Строка Название;
Конец описания
```

У нашего объекта получилось четыре свойства. Для описания трех из них нужны числа, ведь эти параметры имеют метрическую природу. Так, в свойстве высоты может быть число — 5 метров, но никак не может быть слова. Однако слово может присутствовать в названии сарая.

У объекта могут быть и *методы*, т. е. какие-то присущие ему действия. Какой бы метод дать сараю? Ничего жизненного не приходит на ум, потому что сарай сам по себе ничего делать не умеет, он просто стоит. Поэтому давайте наделим его возможностью говорить нам о своих размерах. Это, пожалуй, пример из области фантастики — впрочем, на сарае может же быть табличка с информацией о его размерах. Хотя нет, табличка — это информация статичная, и это тоже свойство.

Ладно, поступим по-другому — допустим, что на сарае есть кнопка, по нажатию на которую из окошка вылетает птичка и сообщает нам размеры сарая. Боже, какой бред я несу...

Откуда птичка узнает эти размеры? Она должна спросить их у сарая, а сарай ей это скажет. Честное слово, не пил я сегодня... Ладно, продолжим в том же духе и назовем этот метод: `ПолучитьОбъем()`.

Тогда описание объекта будет выглядеть следующим образом:

```
Объект Сарай
Начало описания
   Число Высота;
   Число Ширина;
   Число Глубина;
   Число ПолучитьОбъем()
   Начало метода
      Посчитать объем сарая
   Конец метода
Конец описания
```

В этом примере мы наделили объект методом *ПолучитьОбъем*(). Перед именем метода указывается тип значения, которое может вернуть метод. В нашем случае он вычисляет объем, который является числом. После имени метода указываются круглые скобки.

Примерно так же описание объектов осуществляется и на языке C#. Все начинается с ключевого слова `class`, которое говорит о начале описания объекта. Напоминаю, что класс — это описание объекта, а объект — это *экземпляр*, созданный на основе этого класса. После слова `class` идет имя класса. Давайте вспомним пустой класс, который нам создал мастер при формировании пустого приложения:

```
using System;

namespace HelloWorld
{
  class EasyCSharp
  {
    public static void Main()
    {
    }
  }
}
```

Мастер создал нам класс с именем `EasyCSharp`, у которого есть один метод: `Main()`. Этот метод имеет определенное значение — он всегда при запуске приложения выполняется первым. Именно поэтому мы писали в этом методе свой код и видели его в консоли. Кое-что начинает вырисовываться? Если нет, то ничего страшного, скоро каждое слово встанет на свое место, и все будет понятно.

Обратите внимание, что описание класса заключено в другой большой блок: `namespace`. В C# желательно, чтобы все классы входили в какое-то пространство имен. Это позволяет разделить классы по пространствам имен, о которых мы говорили в *разд. 2.3*.

Теперь давайте начнем описывать класс «сарай». В нашем случае объявляется новый класс `Shed`:

```
class Shed
{
}
```

Между фигурными скобками будет идти описание класса — та самая его проектная документация. Поскольку класс — это только проектная документация, то для работы нужно сначала создать объект на основе класса. Но для этого надо объявить переменную. Переменная типа класса создается точно так же, как и другие переменные. Например, переменная типа сарая может быть объявлена следующим образом:

```
Shed myFirstShed;
```

Теперь переменную нужно проинициализировать, ибо она пустая, и система не может определить необходимую для нее память. Никаких ассоциаций не возникает?

В случае с массивами мы тоже не знали нужного размера и для их инициализации должны были использовать оператор `new`. Здесь та же песня с тем же бубном. Вот так будет выглядеть создание объекта из класса:

```
myFirstShed = new Shed();
```

Здесь переменной `myFirstShed`, которая имеет тип `Shed`, присваивается результат работы оператора `new`, а после него пишется имя класса, экземпляр которого мы создаем, и ставятся круглые скобки. Пока не нужно задумываться, почему в этом месте стоят круглые скобки, — просто запомните, что они тут обязательны.

Конечно же, объявление и инициализацию можно записать в одну строку, и именно так мы будем делать чаще всего ради экономии места, да и просто потому, что такой код выглядит эстетичнее. Но иногда объявление может стоять отдельно от инициализации.

Из одного класса вы можете создать несколько объектов, и каждый из них будет являться самостоятельной единицей:

```
Shed myFirstShed = new Shed();
Shed mySecondShed = new Shed();
```

Здесь объявлены и тут же проинициализированы уже два объекта. Объекты имеют не только разные имена, но могут обладать разными значениями свойств, т. е. у сараев могут быть разные размеры. Мы пока не наделили их такими свойствами, но скоро сделаем это.

В .NET есть четыре *модификатора доступа*, с помощью которых мы можем указать, как будет использоваться метод, свойство или сам класс:

- `public` — член объекта (метод или свойство) доступен всем;
- `protected` — член объекта доступен только самому объекту и его потомкам;
- `private` — член объекта является закрытым и не доступен за его пределами и даже для потомков. Если ни один модификатор не указан, то будет использоваться `private`;
- `internal` — член доступен только в пределах текущей сборки;
- `protected internal` — доступен всем из текущей сборки, а также типам, производным от текущего, т. е. перед нами что-то вроде объединения модификаторов доступа `protected` и `internal`.

Модификаторы доступа можно использовать со свойствами, методами и даже с простыми переменными, являющимися членами класса, хотя последнее нежелательно — лучше все же использовать свойства, а не простые переменные, но о свойствах мы будем говорить в *разд. 3.2*. Несмотря на то, что любую переменную класса можно сделать доступной извне, я бы это запретил. Если нужен доступ к переменной, ее лучше превратить в свойство.

Модификаторы доступа могут быть установлены не только членам класса, но и самим классам. Открытые (`public`) классы доступны для всех, вне зависимости от сборки и места жительства. Классы `internal` доступны только внутри определенной

сборки. Модификаторы `private` и `protected` могут использоваться только со вложенными классами, поэтому мы рассмотрим их отдельно.

> ***Внимание!***
>
> Любые переменные, свойства, методы и даже классы, которым явно не указан модификатор доступа, по умолчанию получают модификатор `private`.

3.2. Свойства

Как мы уже поняли, объект может обладать *свойствами*. В некоторых объектных языках свойства — это просто переменные, которые принадлежат классу. В C# свойства отличаются от переменных и являются отдельной структурой данных.

Давайте расширим наш класс сарая и добавим в него свойства. Для начала объявим в классе две переменные:

```
class Shed
{
  int width;
  int height;
}
```

Мы объявили две переменные внутри фигурных скобок описания класса. Пока что это всего лишь переменные, а не свойства, и к ним невозможно получить доступ извне, потому что по умолчанию (отсутствуют модификаторы доступа), переменные и методы создаются закрытыми и извне недоступны. Да, мы могли бы написать так:

```
class Shed
{
  public int width;
  public int height;
}
```

Теперь переменные открыты, но не делайте так. Несмотря на то, что такая запись возможна, — это плохое программирование. Переменные должны оставаться закрытыми (`private` или `protected`), а вот чтобы сделать их открытыми, нужно объявить их свойства следующим образом:

```
int width

public int Width
{
  get { return width; }
  set { width = value; }
}
```

Здесь элемент `width` записан с маленькой (строчной) буквы — это переменная, которая становится членом класса, то есть переменная, объявленная внутри класса. Я обычно их с маленькой буквы и пишу. Потом идет свойство `Width` с большой

(прописной) буквы. Учитывая, что C# чувствителен к регистру букв, такое объявление легально, и мы можем иметь и переменную, и свойство с одним именем, но хотя бы одна буква в имени должна быть в другом регистре.

Свойства обычно создаются для того, чтобы они были открытыми, поэтому объявление начинается с модификатора доступа `public`. После этого идет тип данных и имя. В .NET принято именовать переменные с маленькой буквы, а соответствующие свойства — с большой. Некоторые любят начинать переменные с символа подчеркивания или добавлять `m_` (в нашем случае это было бы `m_width`, где приставка `m` означает member). Это тоже нормально, главное — именовать одинаково. В отличие от объявления переменной, тут нет в конце имени точки с запятой, а открываются фигурные скобки, внутри которых нужно реализовать два *аксессора* (accessor): `get` и `set`. Аксессоры позволяют указать доступ к свойству на чтение (`get`) и запись (`set`). После каждого аксессора в фигурных скобках указываются также действия свойства.

Для `get` нужно в фигурных скобках выполнить оператор `return` и после него указать, какое значение должно возвращать свойство. В нашем случае свойство возвращает значение переменной `width`, т. е. при обращении к свойству `Width` мы будем видеть значение переменной `width`.

Для `set` мы должны сохранить в какой-то переменной значение свойства, которое хочет установить пользователь. Значение свойства находится в виртуальной переменной `value`. Почему виртуальной? Потому что мы нигде ее не объявляли, она существует всегда внутри фигурных скобок после ключевого слова `set` и имеет такой же тип данных, что и свойство. В нашем примере при изменении свойства значение сохраняется в переменной `width`.

Подведем итог: при изменении свойства значение попадает в переменную `width`, и при чтении свойства мы получаем значение из той же переменной. Получается, что в нашем случае свойство просто является оберткой для переменной объекта. Зачем нужна эта обертка, ведь можно было просто открыть доступ к переменной и обращаться к ней напрямую? Можно, но не нужно, потому что это нарушает принципы безопасности. Что здесь обеспечивает безопасность? Рассмотрим различные варианты — например, следующее свойство:

```
public int Width
{
  get { return width; }
}
```

Здесь объявлено свойство `Width`, у которого есть только аксессор `get`. Что это может значить? Мы можем только прочитать переменную `width` через свойство `Width`, но не можем ее изменить. Получается, что мы создали свойство, которое доступно только для чтения.

А вот еще пример:

```
public int Width
{
  get { return width; }
```

```
    set
    {
      if (value > 0 && value < 100)
        width = value;
    }
  }
```

Здесь возвращаемое свойством значение осталось прежним, зато код изменения свойства претерпел существенную переработку — добавлена проверка на то, чтобы ширина сарая не была отрицательной или нулевой и была менее 100. Слишком большие сараи мы не строим. Вот таким образом свойства могут защищать переменные класса.

А что, если у вас множество переменных, которые не нуждаются в защите, и им надо всего лишь создать обертку? Писать столь большое количество кода достаточно накладно. Тут можно использовать *сокращенное объявление свойства*. Давайте сокращенным методом объявим глубину сарая:

```
public int Lengthwise { get; set; }
```

В фигурных скобках после ключевых слов `get` и `set` нет никакого кода, а сразу стоят точки с запятой. Что это значит? Все очень просто — свойство `Lengthwise` будет являться одновременно свойством для внешних источников и переменной для внутреннего использования. Конечно же, у нас нет кода, а значит, мы не можем (и просто некуда) добавлять код защиты, поэтому такой метод используется там, где свойства являются просто оберткой для переменной.

Теперь посмотрим, как можно использовать свойства класса, т. е. изменять их или читать значения. Мы уже знаем, как объявлять объект определенного класса (нужно объявить переменную этого класса) и как его инициализировать. Когда объект проинициализирован, вы можете использовать его свойства, читать их и изменять. В общем виде доступ к свойству записывается следующим образом:

```
Имя_Объекта.Свойство
```

Одно важное замечание — слева от точки указывается именно имя объекта, а не класса, т. е. имя определенного экземпляра класса. Через класс можно обращаться к статичным переменным, но это другая песня, о которой будет отдельный разговор.

Следующий пример показывает, как можно использовать свойство `Height` нашего сарая:

```
Shed myFirstShed = new Shed();
myFirstShed.Height = 10;
int h = myFirstShed.Height;
```

В первой строке мы объявляем и инициализируем объект `myFirstShed` класса `Shed`. Во второй строке высоте сарая устанавливаем значение 10. В третьей строке кода мы уже читаем установленное значение и сохраняем его в переменной `h`.

В листинге 3.1 показан полноценный пример, который объявляет класс сарая и показывает, как его можно было бы использовать. Обратите внимание, что при

объявлении объекта пространство имен опущено, потому что класс `Shed` объявлен и используется внутри одного и того же пространства имен: `PropertiesExample`.

Листинг 3.1. Работа со свойствами класса

```
using System;
using System.Text;

namespace PropertiesExample
{
    // Объявление класса программы
    class Program
    {
        static void Main(string[] args)
        {
            // Создаем объект
            Shed myFirstShed = new Shed();
            // Задаем значения свойств
            myFirstShed.Height = 10;
            myFirstShed.Width = 20;
            myFirstShed.Lengthwise = myFirstShed.Width;

            // Вывод на экран значений
            Console.WriteLine("Высота: " + myFirstShed.Height);
            Console.WriteLine("Ширина: " + myFirstShed.Width);
            Console.WriteLine("Глубина: " + myFirstShed.Lengthwise);

            Console.ReadLine();
        }
    }

    // Класс сарая
    class Shed
    {
        int width;
        int height;

        public int Width
        {
            get { return width; }
            set { width = value; }
        }

        public int Height
        {
            get { return height; }
            set { height = value; }
        }
```

```
        public int Lengthwise { get; set; }
    }
}
```

В методе `Main()` класса `Program` мы объявляем переменную типа `Shed` с именем `myFirstShed`. Затем создаем экземпляр класса `Shed` (объект класса `Shed`) и сохраняем его в переменной `myFirstShed`. Теперь мы можем назначить свойствам объекта числовые значения (размеры сарая).

> ***Примечание***
>
> Исходный код этого примера можно найти в папке *Source\Chapter3\Properties* сопровождающего книгу электронного архива (см. *приложение*).

Аксессоры `get` и `set` могут иметь модификаторы доступа. По умолчанию аксессоры создаются открытыми (`public`) для общего использования. Если нужно сделать так, чтобы свойство нельзя было изменить, аксессор `set` можно объявить как `private`:

```
public int Width
{
  get { return width; }
  private set { width = value; }
}
```

или — в сокращенном варианте:

```
public int Width
{
  get;
  private set;
}
```

Поскольку аксессор `set` объявлен здесь как закрытый, свойство не может быть изменено извне, потому что к нему нет доступа. Получается, что это еще один метод создать свойство только для чтения, однако в этом случае вы можете получить доступ к свойству на запись внутри текущего класса, — запрет распространяется лишь на внешний доступ.

Если вы обращаетесь к свойству или к переменной класса из внешнего мира (из другого класса), то его имя тоже нужно писать полностью:

```
Имя_Объекта.Свойство
```

В C# 6 задавать значения по умолчанию для свойств стало намного проще — достаточно после объявления просто присвоить это значение:

```
public int Width { get; set; } = 10;
```

3.3. Методы

У нашего объекта `EasyCSharp`, который мы рассмотрели в *разд. 1.3.1*, нет свойств, а только один (основной) метод `Main()`:

```
public static void Main()
{
  Console.WriteLine("Hello World!!!");
}
```

О том, что это *метод*, говорят круглые скобки после имени, а перед именем указывается тип метода. В нашем случае тип значения, которое возвращает метод, равен `public static void` (открытый, статичный, пустой). Пока рассмотрим только ключевое слово `void`, которое означает, что возвращаемого значения нет.

После имени метода в круглых скобках могут передаваться *параметры*. В нашем случае скобки пустые — это означает, что никаких параметров нет.

В фигурных скобках идет код (действия), который выполняет этот метод. Если фигурные скобки условных операторов или циклов можно опустить, когда выполняется только одно действие, то с методами такого делать нельзя! Фигурные скобки, означающие начало и конец метода, обязательны, даже когда в методе нет ни одного действия. Да, вы можете без проблем создать метод, который вообще ничего не делает.

В нашем случае в качестве действия выполняется строка:

```
Console.WriteLine("Hello World!!!");
```

Эта строка не что иное, как вызов метода другого класса. Вызов методов класса (статичных методов) происходит следующим образом:

```
Имя_Класса.Имя_Метода(Параметры);
```

Если методы класса вызываются через объект, то статичные методы — через класс. Подробнее о статичных методах и свойствах будет рассказано в *разд. 3.3.5*, а пока же нас интересует формат вызова. Далее мы будем обсуждать простые не статичные методы, если явно не указано, что метод статичный.

Если метод находится в том же объекте, из которого мы его вызываем, то вызов можно сократить до:

```
Имя_Метода(Параметры);
```

Таким образом, метод `WriteLine()` выводит в окно консоли указанное текстовое сообщение.

Если вы обращаетесь к свойству или к переменной класса из внешнего мира, то имя свойства или переменной тоже нужно писать полностью:

```
Имя_Объекта.Имя_Свойства;
```

Но если мы обращаемся к свойству класса из метода, принадлежащего этому же классу, то нужно писать просто имя свойства или переменной без указания переменной объекта.

Метод `Main()` является основным, и именно с него программа начнет свое выполнение. Это значит, что хотя бы один класс должен содержать метод с таким именем, иначе непонятно будет, откуда программа должна начать выполняться. Этот метод не обязательно должен быть где-то в начале файла, он может находиться в любом месте, потому что выполнение программы осуществляется не от начала файла к концу, а начиная с `Main()`, а дальше — как жизнь прикажет.

3.3.1. Описание методов

Теперь научимся создавать простейшие методы и использовать их. В общем виде объявление метода записывается следующим образом:

```
модификаторы значение Имя(параметры через запятую)
{
  Код;
  return значение;
}
```

Модификаторами доступа могут выступать уже знакомые нам `public`, `protected` и `private`, с помощью которых мы можем определить, доступен ли метод внешним классам или наследникам, о которых мы пока еще не говорили. Мы уже знаем, что если метод не должен возвращать значения, то надо указать ключевое слово `void`. Если параметры методу не нужны, то в круглых скобках ничего указывать не следует.

В фигурных скобках мы можем написать код метода, а если метод должен возвращать значение, то его надо указать после ключевого слова `return`. Этот оператор может находиться в любом месте кода метода, хоть в самом начале, но нужно знать, что он прерывает работу метода и возвращает значение. Если метод не возвращает значение, а, точнее, возвращает `void`, то `return` не обязателен, — разве что вы хотите прервать работу метода.

Тут, наверное, у вас в голове начинается каша, и пора перейти к практическим примерам, чтобы закрепить все сказанное в коде и увидеть методы в жизни, а также разобраться, для чего они нужны. В *разд. 3.2* мы создали небольшой, но очень красивый и удобный сарай, и даже хотели реализовать бред в виде вылетающей птички, которая сообщает размеры сарая. Пора этот бред превратить в реальность:

```
class Shed
{
  // здесь идет объявление переменных и свойств класса
  ...
  // метод возврата размера
  public int GetSize()
  {
    int size = width * height * Lengthwise;
    return size;
  }
}
```

Здесь я показал, что свойства объявлены до метода, но это не является обязательным требованием. Методы могут быть описаны вперемешку со свойствами. Но я привык отделять мух от котлет.

В примере объявлен метод с именем `GetSize()`. Причем объявлен как открытый: `public`, чтобы пролетающая мимо птичка могла спросить у сарая его размеры. Птичка не является частью сарая и не сможет увидеть его личные методы и свойства, но может увидеть открытые, поэтому метод, возвращающий размер, объявлен как `public`.

Размеры сарая мы задали как целые числа, хотя могли бы задать их и дробными. Тут нет особой разницы, какой указать тип, мы даже и не оговаривали размерность — что это: миллиметры, сантиметры или даже метры. Раз размеры — целые числа, то и объем сарая тоже будет целым числом, ведь объем — это перемножение ширины, глубины и высоты, а перемножение целых чисел всегда (по крайней мере, меня так учили в школе) дает результат в виде целого числа. В программировании есть еще такое понятие, как *переполнение* (превышение размера максимального числа), но это мы пока рассматривать не станем.

Методу `GetSize()` ничего не нужно передавать, потому что у него и так есть доступ ко всему необходимому для расчета в виде переменных класса.

Внутри метода в первой строке объявляется переменная `size`, и ей присваивается результат перемножения всех трех размерностей сарая. Во второй строке мы возвращаем результат вычисления с помощью ключевого слова `return`. Все то же самое можно выполнить в одной строке:

```
public int GetSize()
{
  return width * height * Lengthwise;
}
```

Здесь сразу после ключевого слова `return` мы в виде выражения показываем, что метод должен вернуть результат перемножения трех переменных. Последняя переменная `Lengthwise` является свойством. Помните, мы объявили это свойство в сокращенном варианте, без использования каких-либо переменных. То есть так в расчетах мы можем использовать не переменную, а свойство. В принципе, мы можем в расчете использовать все три свойства:

```
public int GetSize()
{
  return Width * Height * Lengthwise;
}
```

Поскольку свойства ширины и высоты возвращают значения соответствующих переменных, то и нет разницы, что использовать в расчетах, но я бы предпочел именно переменные, а не свойства.

Теперь посмотрим, как можно использовать метод в коде:

```
static void Main(string[] args)
{
  Shed myFirstShed = new Shed();
```

```
    myFirstShed.Height = 10;
    myFirstShed.Width = 20;
    myFirstShed.Lengthwise = myFirstShed.Width;

    int size = myFirstShed.GetSize();
    Console.WriteLine("Объем: " + size);
    Console.WriteLine("Объем: " + myFirstShed.GetSize());

    Console.ReadLine();
  }
```

Первые четыре строки не должны вызывать вопросов, потому что мы создаем объект `myFirstShed` класса `Shed` и сохраняем в свойствах объекта размеры. После этого начинается самое интересное — объявляется целочисленная переменная `size`, и ей присваивается результат выполнения метода. Обратите внимание, что вызов метода происходит почти так же, как и обращение к свойству, только в конце имени ме-тода ставятся скобки, внутри которых по необходимости могут указываться параметры.

Итак, в общем виде вызов метода записывается следующим образом:

```
Имя_Объекта.Имя_Метода();
```

При этом, если нужно сохранить результат, вы можете присвоить переменной результат выполнения метода:

```
Переменная = Имя_Объекта.Имя_Метода();
```

> ***Примечание***
>
> Исходный код примера к этому разделу можно найти в папке *Source\Chapter3\Method* сопровождающего книгу электронного архива (см. *приложение*).

3.3.2. Параметры методов

Прежде чем мы двинемся дальше, давайте сделаем небольшое улучшение — вынесем код класса `Shed` в отдельный файл, чтобы с ним удобней было работать и расширять. Для этого щелкните правой кнопкой мыши на имени проекта и в контекстном меню выберите **Add | New Item**. В открывшемся окне в списке **Templates** выберите **Class** и в поле **Name** введите имя файла: `Shed.cs` (рис. 3.1). В C# принято давать файлам имена по имени класса, который в нем хранится, а каждый класс помещать в отдельный файл.

После нажатия кнопки **Add** новый файл будет добавлен в проект. Убедитесь, что в обоих файлах: Shed.cs и Program.cs — одинаковое пространство имен (namespace). Если оно одинаковое (а оно должно быть таким по умолчанию), то из файла Program.cs вы увидите все, что написано в таком же пространстве имен файла Shed.cs. Если имена пространств разные, то придется в файле Program.cs добавить в начало нужное пространство.

В файл Shed.cs внутрь пространства имен перенесите класс `Shed`, который мы написали в этой главе. Обратите внимание, что в новом файле мастер Visual Studio уже

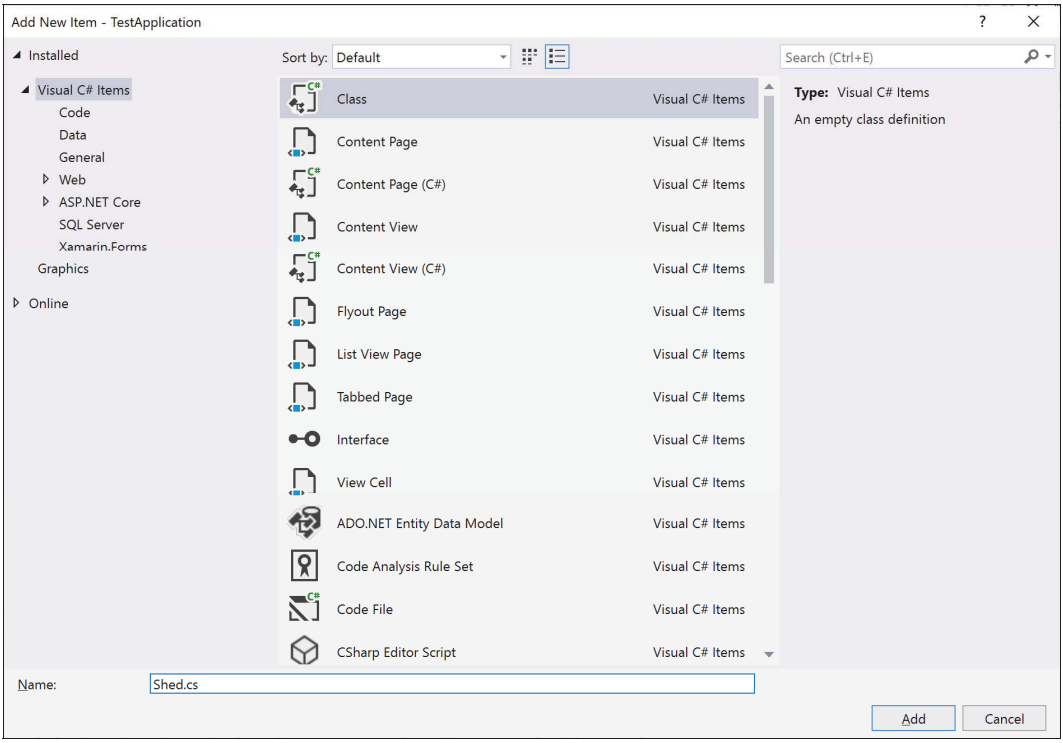


Рис. 3.1. Окно создания нового файла для кода

поместил заготовку класса, которую можно удалить и заменить нашим классом. Теперь класс `Shed` находится в отдельном файле, и, на мой взгляд, с ним так удобнее будет работать. Пора обретать привычку оформлять проект аккуратно и правильно.

Постепенно мы движемся в сторону усложнения кода, и теперь давайте добавим в наш класс `Shed` метод, который будет увеличивать размеры сарая. А вдруг мимо сарая пройдет бегемот и спросит у птички его размеры? Поняв, что он по габаритам в этот сарай не поместится, бегемот захочет расширить сарай, а для этого понадобится инструмент, в программировании выступающий методом. Метод этот мы назовем `ExpandSize()`, и он будет принимать три числовых параметра для хранения значений, на которые нужно увеличить сарай в ширину, высоту и глубину. Хочу опередить вас и ответить на вопрос, который, скорее всего, сейчас вертится в вашей голове: нет, я не курю, даже простые сигареты. Просто здания по своей природе статичны, и сложно придумать для них что-то реальное, что отвечало бы на вопрос «что делать?», т. е. выполняло действия.

Итак, метод расширения сарая может быть объявлен следующим образом:

```
class Shed
{
  // здесь свойства класса
  ...
```

```
  public void ExpandSize(int x, int y, int h)
  {
    Width += x;
    Lengthwise += y;
    Height += h;
  }
}
```

Все просто — в скобках указываются три переменные и их типы, это будут параметры, которые нужно передать в таких же круглых скобках при вызове. Внутри кода банально увеличивается каждая из сторон сарая на соответствующую величину из параметров, чтобы он стал вместительнее.

Метод принадлежит классу `Shed`, поэтому объявлен внутри его описания. В дальнейшем я буду опускать код объявления класса и комментарии в стиле «здесь свойства класса», а стану сразу же указывать имя метода и говорить, какому классу он должен принадлежать. В ответ вы должны создать метод именно внутри указанного класса.

Теперь посмотрим, как вызвать метод:

```
Shed shed = new Shed();
shed.Height = 1;
shed.Width = 2;
shed.Lengthwise = 3;
shed.ExpandSize(2, 4, 6);
```

После создания класса и задания начальных значений вызываем метод `ExpandSize()`, передавая ему три числа, на значения которых должен увеличиться сарай, чтобы в него поместился бегемот. В качестве параметров можно было указывать не конкретные числа, а переменные, — главное, чтобы они соответствовали типам данных, указанным в объявлении метода, — в нашем случае это должны быть целочисленные переменные.

А что будет, если изменить значение передаваемого в метод параметра? Давайте проверим. Для этого напишем метод, который будет расширять размеры сарая и одновременно изменять переданные значения:

```
public void ExpandAndGetSize(int x, int y, int h)
{
  ExpandSize(x, y, h);
  x = Width;
  y = Lengthwise;
  h = Height;
}
```

Писать очередной код расширения сарая я не стал, а просто вызвал уже написанный ранее метод `ExpandSize()`. После этого я сохраняю в переданных переменных новые значения размеров. Как вы думаете, что произойдет? Давайте посмотрим и напишем вызов метода так:

```
shed.ExpandAndGetSize(2, 4, 6);
```

В качестве параметров мы передаем числовые значения. Компиляция пройдет успешно, и тут уже пора заподозрить неладное. Дело в том, что мы передаем в метод числа, а не переменные. Как же метод будет изменять эти числа? И как мы потом узнаем измененный результат? Да никак не узнаем, и он не изменится.

Все переменные по умолчанию передаются по значению. Что это значит? Метод получает не переменную и не память, где хранится значение, а копию значения. У метода автоматически создаются собственные переменные с именами, которые указаны в скобках метода, — в нашем случае это `x`, `y` и `h`. В эти переменные копируются переданные значения, и они больше никак не связаны с теми значениями, которые передавались. По завершении выполнения метода переменные уничтожаются, так что вы можете использовать `x`, `y` и `h` в своих расчетах и изменять их сколько угодно. В следующем примере внешние переменные `vx`, `vy` и `vz`, которые мы передаем в метод, никак не изменятся, потому что метод будет видеть не эти переменные, а значения, которые переданы:

```
int vx = 2;
int vy = 4;
int vz = 6;
shed.ExpandAndGetSize(vx, vy, vz);
```

А есть ли возможность передавать не значение, а именно переменную, чтобы внутри метода ее можно было изменять? Где это может пригодиться? Самый простейший случай — когда метод должен вернуть больше одного значения. Как можно вернуть не одно значение, а два? Если значения одного типа, то их можно вернуть в виде массива, а если разнотипные, придется идти уже на другие ухищрения, с которыми мы пока не знакомы.

Но есть еще один способ, который может быть удобен, — один параметр вернуть в качестве возвращаемого значения, а другой — вернуть через один из параметров.

Для того чтобы в функцию передать не значение, а саму переменную, в объявлении метода перед именем параметра нужно указать ключевое слово `ref` (от *Reference*):

```
public void ExpandAndGetSize(ref int x, ref int y, ref int h)
{
  ExpandSize(x, y, h);
  x = Width;
  y = Lengthwise;
  h = Height;
}
```

Если переменная метода объявлена как `ref`, то при вызове нужно указывать именно переменную, а не значение (в нашем случае число). Теперь следующий вызов выдаст ошибку:

```
shed.ExpandAndGetSize(1, 2, 3);
```

Передавать нужно именно переменную, причем обязательно проинициализированную, потому что внутрь метода будет передана ссылка на память переменной, а не

значение, и метод станет работать уже с ее значением напрямую, а не через свою копию.

Помимо этого, перед каждой переменной нужно также поставить ключевое слово `ref`. Этим мы как бы подтверждаем, что передаем в метод ссылку:

```
int vx = 2;
int vy = 4;
int vz = 6;
shed.ExpandAndGetSize(ref vx, ref vy, ref vz);
Console.WriteLine("Размеры: " + vx + " " + vy + " " + vz);
```

Если переменная должна только возвращать значение, а внутри метода мы не станем использовать ее значение, то такой параметр можно объявить как `out`. Переменную, передаваемую как `out`, не обязательно инициализировать, потому что ее значение не будет использоваться внутри метода, но переменная, несущая измененное значение, обязательно будет там создана. Например, нам надо написать метод, первый параметр которого указывает, на сколько нужно увеличить каждую размерность сарая, а еще три параметра потребуются для возврата через них новых значений размеров сарая. Последние три параметра нет смысла объявлять как `ref`, вполне достаточно объявить их `out`, т. е. как только лишь выходное значение:

```
public void ExpandAndGetSize2(int inc,
     out int x, out int y, out int h)
{
  ExpandSize(inc, inc, inc);
  x = Width;
  y = Lengthwise;
  h = Height;
}
```

Теперь переменные `x`, `y` и `h` внутри метода бессмысленны, и даже если вы попытаетесь задействовать их, компилятор сообщит об ошибке использования переменной, которой не назначено значения. То есть, вы не можете их использовать, но можете — и, в принципе, должны — назначить таким переменным значения, которые будут видны за пределами метода.

Поскольку первый параметр простой, а остальные три объявлены с ключевым словом `out`, использование метода будет выглядеть следующим образом:

```
shed.ExpandAndGetSize2(10, out vx, out vy, out vz);
Console.WriteLine("Размеры 2: " + vx + " " + vy + " " + vz);
```

Обратите внимание на ключевое слово `out` перед параметрами, которые станут выходными. После отработки метода переданные переменные будут содержать значения, которые были установлены внутри метода. Без ключевого слова `out` или `ref` это было бы невозможно.

> ***Примечание***
>
> Исходный код этого примера можно найти в папке *Source\Chapter3\MethodParameters* сопровождающего книгу электронного архива (см. *приложение*).

Между ключевыми словами `out` и `ref` есть еще одно существенное различие. Если параметр объявлен как `out`, то его значение обязательно должно измениться внутри метода, иначе произойдет ошибка, и программа может не скомпилироваться. В следующем примере метод `Sum()` не изменяет выходного параметра `result`:

```
static void Main(string[] args)
{
  int sum;
  Sum(1, 2, out sum);
}

static int Sum(int x, int y, out int result)
{
  return x + y;
}
```

В результате компиляции этого примера вы увидите ошибку: **The out parameter 'result' must be assigned to before control leaves the current method** (Выходной параметр 'result' должен быть назначен до того, как управление покинет метод). Проблему может решить следующий код:

```
static int Sum(int x, int y, out int result)
{
  result = x * y;
  return x + y;
}
```

Здесь переменная `result` уже изменяется на результат перемножения чисел. Таким образом, благодаря выходному параметру, вызывающая сторона смогла получить два результата: сумму в качестве возвращаемого значения и произведение в качестве выходного параметра.

Ну а если параметр объявлен как `ref`, то его значение не обязано изменяться внутри метода.

Еще один модификатор, который может использоваться с параметрами методов, — `params`. Иногда бывает необходимо передать в метод переменное количество значений одинакового типа. В этом случае допускается передать значения в виде массива, который можно заполнить любым количеством цифр, а можно воспользоваться модификатором `params`. Для начала посмотрим, как это будет выглядеть в коде, а потом разберемся со всеми нюансами использования этого модификатора:

```
static int Sum2(params int[] values)
{
  int result = 0;
  foreach (int value in values)
    result += value;
  return result;
}
```

На первый взгляд, мы просто передаем массив значений и используем его в методе как массив. Зачем же тогда мы поставили у метода этот непонятный модификатор? Разница в его использовании заключается в способе вызова. Если параметр объявлен как `params`, то его значения при вызове просто приводятся через запятую, без создания какого бы то ни было массива. А поскольку у нас массив, то значений может быть переменное количество:

```
Sum2(1, 2, 3);
Sum2(1, 2, 3, 4, 5);
```

Оба вызова вполне корректны. Среда объединит все значения в массив и передаст их методу `Sum2`. Тут же нужно сказать, что такой способ имеет два ограничения: у метода может быть только один параметр с модификатором `params`, и он должен быть последним, иначе среда не сможет отделить ~~мух от котлет~~ простые параметры от `params`. Это значит, что следующий метод корректен:

```
int Sum2(string str, params int[] values)
```

А вот эти методы уже являются ошибочными:

```
// params должен быть последним
int Sum2(params int[] values, string str);

// и может быть только один параметр params
int Sum2(params string[] str, params int[] values);
```

> ***Примечание***
>
> Исходный код этого примера можно найти в папке *Source\Chapter3\Parameterskinds* сопровождающего книгу электронного архива (см. *приложение*).

3.3.3. Перегрузка методов

Допустим, что нам нужно создать еще один метод, который будет изменять только глубину и высоту сарая, без изменения его высоты. Как поступить в этом случае? Можно создать метод с новым именем типа `ChangeWidthAndLengthwiseOnly()`, но может возникнуть еще 10 ситуаций, когда понадобится создать схожий по функциональности метод, и каждый раз придумывать новые имена будет ужасным способом решения этой проблемы.

Проблема решается намного проще — мы можем создать метод `ExpandSize()`, который станет получать в качестве параметров только ширину и глубину:

```
public void ExpandSize(int x, int y)
{
  Width += x;
  Lengthwise += y;
}
```

Но у нас уже был написан такой метод в *разд. 3.3.2*, и не будет ли это ошибкой? Короткий ответ — нет. А как система узнает, какой метод нужно вызывать? По ти-

пам и количеству параметров и только по ним, а имя не имеет значения. Однако если вы попытаетесь после этого создать еще один метод для изменения только ширины и высоты, то вот тогда уже произойдет ошибка:

```
public void ExpandSize(int x, int h)
{
  Width += x;
  Height += h;
}
```

Несмотря на то, что имена параметров здесь отличаются от предыдущего варианта, в котором мы тоже изменяли глубину и ширину, система воспримет оба эти варианта как одинаковые, потому что совпадают как количество параметров, так и их типы данных.

Использование нескольких методов с одним и тем же именем, но с разными параметрами, — очень удобная возможность, которая называется *перегрузкой методов*. Мы будем использовать ее достаточно часто, особенно в конструкторах, к рассмотрению которых мы и переходим.

3.3.4. Конструктор

Чаще всего классы строятся вокруг одного-трех основных свойств. По крайней мере, это хорошие классы, которые решают только одну задачу и не пытаются объять необъятное. Наш класс `Shed` строился вокруг трех свойств, определяющих ширину, глубину и высоту сарая. После создания экземпляра класса мы должны задать значения этих свойств. А что, если кто-либо забудет установить свойства и начнет вызывать методы? В этом случае начнутся ошибки и некорректное поведение программы.

Тут могут быть два выхода:

1. Абсолютно в каждом методе производить проверку, чтобы все основные свойства имели корректные значения.
2. При создании объекта код должен сам задавать значения свойств уже на этапе инициализации.

Второй способ лучше, проще и предпочтительнее. Если у вас 10 методов, и вы решили добавить в класс одно свойство, то по первому способу придется переделать и переписать все методы, чтобы они проверяли это свойство.

Итак, нужно задать значения на этапе инициализации, чтобы данные не нарушились и не привели к сбою, и тогда достаточно будет только контролировать устанавливаемые в свойства значения. Но как отловить момент инициализации? Для этого существуют специальные методы, называемые *конструкторами*. Конструктор — это метод, имя которого совпадает с именем класса, и он ничего не возвращает. Даже ключевое слово `void` не нужно писать. Например, следующий метод будет являться конструктором для сарая:

```
public Shed(int w, int l, int height)
{
  width = w;
  Lengthwise = l;
  this.height = height;
}
```

У конструктора может быть модификатор доступа. Обычно мы будем создавать публичные конструкторы, потому что таким образом можно инициализировать класс и вызывать эти конструкторы. Приватный конструктор вызвать будет нельзя, и в этом есть смысл, но и используется такой конструктор очень редко.

В качестве параметров конструктор получает три переменные, с помощью которых уже на этапе создания объекта мы можем задать начальные значения для свойств объекта.

Я специально написал инициализацию и имена переменных так, чтобы мы рассмотрели различные варианты грабель, на которые можно наступить. Первая строка самая простая — нужно проинициализировать переменную `width`, и ей мы просто присваиваем значение. Если переменная должна защищаться, и ее свойство является не просто оберткой, а при изменении значения производится проверка, то лучше присваивать значение не переменной напрямую, а свойству, чтобы проверки отрабатывали. Наверное, это даже более предпочтительный вариант, и лучше использовать его.

Во второй строке мы должны изменить свойство, для которого нет переменной, потому что мы объявляли его в сокращенном варианте. Тут уже деваться некуда, поэтому присваиваем значение именно свойству.

В третьей строке у нас переменная, через которую передается значение, имеет точно такое же имя, что и переменная класса. Если мы напишем просто `height = height`, то как компилятор узнает, что нужно присвоить значение переданного параметра переменной, которая принадлежит классу? Тут нас спасает ключевое слово `this`. Что это за загадочное `this`? Это ключевое слово, которое всегда указывает на текущий объект, т. е. в нашем случае под словом `this` кроется объект класса `Shed`.

Получается, что запись `this.height` идентична записи `Shed.height`. А почему нельзя просто написать `Shed.height` без всяких `this`? Нельзя, потому что `Shed` — это класс, а переменная может принадлежать только объекту, если она не статична. В классе переменная лишь описывается, а создается она на этапе инициализации объекта. Когда мы проектируем класс, мы можем сослаться на будущий объект через ключевое слово `this`.

Теперь инициализация сарая будет выглядеть следующим образом:

```
Shed sh = new Shed(1, 2, 3);
```

Вот и все. Этот код создаст новый объект класса `Shed`, и наш новый сарай будет иметь размеры $1 \times 2 \times 3$. Теперь понятно, для чего скобки нужны при инициализации? Раньше они были пустыми, потому что вызывался конструктор по умол-

чанию. Да, конструктор существует всегда, и если вы не написали своего, то будет использоваться конструктор по умолчанию. Откуда он берется? Забегу вперед и скажу, что он наследуется от класса `Object`, от которого наследуются все классы в C#. Когда мы будем изучать наследование, вы увидите этот процесс на практике.

Несмотря на то что мы определили свой конструктор, конструктор по умолчанию никуда не пропадает за счет возможности перегрузки методов. Вы можете объявить одновременно два конструктора:

```
public Shed()
{
 ...
}
public Shed(int w, int l, int height)
{
     ...
}
```

Поскольку конструктор — это тот же метод, значит, вы можете создать множество разных вариантов на все случаи жизни. Поэтому у программиста, который будет использовать наш класс, все еще остается возможность вызвать вариант по умолчанию, который создаст сарай без инициализации значений.

Чтобы конструктор по умолчанию тоже инициализировал значения, мы должны написать собственный вариант конструктора без параметров, который как бы перекроет функциональность наследуемого варианта. Это можно сделать так:

```
public Shed()
{
  width = 1;
  Lengthwise = 1;
  this.height = 1;
}
```

Теперь, если вы создадите конструктор следующей строкой кода, то все размеры нового сарая будут равны единице, т. е. по умолчанию мы получим кубический сарай с длиной сторон, равной 1:

```
Shed sh = new Shed();
```

Хотя такой конструктор вполне допустим, я не рекомендую вам программировать таким способом. Почему? Допустим, у вас есть 10 конструкторов на все случаи жизни, и в каждом из них инициализируются параметры по-разному. Теперь возникла необходимость добавить в класс новое свойство — имя сарая. Как можно задать значение по умолчанию для него? Да очень просто, скажете вы, просто объявим свойство так:

```
string name =""
public string Name
```

```
{
  get { return name; }
  set { name = value; }
}
```

Отличное решение! Действительно, мы можем инициализировать переменные класса во время их объявления, и я не зря привел этот пример. Если перед нами простая переменная, то при необходимости инициализируйте ее сразу же при объявлении значением по умолчанию, а не в конструкторах. Если нужно, в конструкторе можно и переопределить (назначить другое) значение.

Еще одно интересное поведение .NET, которое нужно учитывать. Если в вашем классе вообще нет конструктора, то .NET будет использовать конструктор по умолчанию, который сделает инициализацию за вас, и он будет без параметров:

```
public class Shed() {
}
```

У этого класса нет ничего, но его объект можно создать, если вызывать конструктор без параметров:

```
Shed sh = new Shed();
```

А если у вас есть конструктор с параметрами?

```
public class Shed() {
   public Shed(int w, int h) {
            ...
   }
}
```

Да, тут у нас есть конструктор с параметрами, но мы не объявили варианта без параметров. И вот здесь уже строка `Shed sh = new Shed();` не будет скомпилирована. При наличии хотя бы одного конструктора, вариант по умолчанию из .NET уже использоваться не может. Вам придется явно в коде добавить перегруженную версию без параметров.

Усложняю задачу — допустим, нужно загрузить обои для стен в виде картинки. Обои — это уже не простой тип данных, картинки в C# — это отдельные специальные классы, тут может понадобиться куча дополнительных действий. В частности, в таких случаях очень часто требуется выполнить несколько действий, которые объединяются в отдельный метод, — например: `LoadTexture()`. Если его нужно вызвать на этапе инициализации, то придется добавлять его в каждый конструктор вашего класса. Может быть, есть способ лучше?

Способ по имени «лучше», конечно же, есть. В случае с нашим сараем конструктор по умолчанию можно написать так:

```
public Shed(): this(1, 1, 1)
{
  // здесь может быть еще код
}
```

Самое интересное кроется в записи после имени конструктора. Там стоят двоеточие и `this`, которому передается три параметра. Вспоминаем, что такое `this`? Это же ключевое слово, которое всегда является текущим классом. Раз мы сараю передаем три параметра, не может ли это значить, что `this(1,1,1)` вызовет конструктор, который мы написали самым первым с тремя параметрами? Так и есть! Сначала будет вызван конструктор, который соответствует по параметрам, а потом будет выполнен код текущего конструктора.

В данном случае мы пошли от сложного к простому — написали самый сложный конструктор, а потом вызывали его из простого, просто недостающие параметры установили в единицу. Это не обязательно. Можно пройти и в обратном направлении, и обратное направление выгодно там, где нужно производить инициализацию вызовом методов. Например:

```
public Shed()
{
  LoadTexture();
}

public Shed(int w, int l, int height): this()
{
  // здесь может быть еще код
}
```

В этом случае основная инициализация идет в конструкторе по умолчанию, а конструктор с тремя параметрами просто вызывает его, освобождая вас от необходимости писать еще раз код загрузки текстуры. Если простые переменные инициализировать во время объявления, то такой код будет тоже очень хорошим, ведь ширина, высота и глубина окажутся уже заданы.

Есть еще один вариант — написать метод с именем типа `InitVariables()`, где будут инициализироваться данные, общие для всех конструкторов. Теперь достаточно вызывать этот метод из всех конструкторов, и будет вам счастье.

3.3.5. Статичность

В английском языке тема, которую мы будем сейчас рассматривать, называется «static». В русских переводах можно встретить два варианта: «статичный» и «статический». Я приверженец именно первого перевода, потому что статичность — это неизменное состояние, и это как раз хорошо отражает суть проблемы. «Статический» в некоторых словарях тоже ассоциируют с неизменностью состояния, но меня почему-то это понятие чаще заставляет вспомнить про электричество.

Итак: *статичность* и ключевое слово `static`. Это ключевое слово относится не только к методам, но и к переменным, и начнем мы рассмотрение с первых.

Когда мы хотим получить доступ к методу класса, то должны обязательно создать экземпляр этого класса, т. е. создать объект. Класс не обладает памятью и не может что-то делать, потому что это всего лишь проект. Но как же тогда при запуске про-

граммы вызывается метод `Main()`? Разве это происходит только благодаря его магическому имени? По магическому имени система всего лишь находит, какой метод нужно вызвать, но то, что его можно вызвать без создания класса, — заслуга как раз ключевого слова `static`.

Итак, вы можете обращаться к статичным методам без создания класса! Но тут же возникает и ограничение — статичный метод может использовать только переменные, объявленные внутри этого метода (они могут быть любыми), или внешние по отношению к методу, но они должны быть обязательно статичными. К не статичным внешним данным такой метод обращаться не может, потому что объект не создавался, а если кто-то и создавал объект, то статичный метод и данные к нему не относятся, поэтому непроинициализированные данные не могут быть доступны к использованию. В последнем утверждении кроется очень интересная особенность, которую стоит рассмотреть глубже.

Статичные методы и переменные создаются системой автоматически и прикрепляются к классу, а не к объекту. Да, именно к классу, т. е. к проекту, и при инициализации нового объекта память для статичных переменных не выделяется. Сколько бы объектов вы ни создавали из класса, всегда будет существовать только одна версия статичной переменной, и все как бы будут разделять ее.

Это очень интересное свойство статики, и классическим примером ее использования является возможность подсчета количества объектов, созданных из одного класса.

Давайте в нашем классе `Shed` создадим статичную переменную `ObjectNumber`, по умолчанию равную нулю. В конструкторе класса значение переменной станет увеличиваться на единицу, а открытый метод `GetObjectNumber()` будет возвращать значение переменной:

```
static int ObjectNumber = 0;

public int GetObjectNumber()
{
  return ObjectNumber;
}

public Shed()
{
  ObjectNumber++;
}
```

Теперь вы можете попробовать в методе `Main()` создать несколько экземпляров класса:

```
Shed shed = new Shed();
Console.WriteLine(shed.GetObjectNumber());
Shed shed1 = new Shed();
Console.WriteLine(shed1.GetObjectNumber());
```

Запустите класс и убедитесь, что после создания первого экземпляра значение переменной `ObjectNumber` стало равно 1, а после создания второго класса она не обнулилась, и у второго экземпляра класса значение переменной стало равно 2. Если создать еще один экземпляр, то переменная увеличится еще на единицу.

Нестатичные переменные у каждого объекта свои, и изменение нестатичного поля у одного экземпляра не влияет на другие экземпляры. Статичное поле всегда одно для всех, и оно разделяется между ними.

А как инициализировать статичные переменные? Можно это сделать в простом конструкторе, но тогда переменная будет сбрасываться при создании любого экземпляра класса. Можно сделать в конструкторе какую-то проверку: если статичная переменная равна нулю, то инициализировать, иначе не трогать. Но это тоже не очень хороший выход.

Самый лучший способ — использовать статичный конструктор, который, как и простой конструктор, имеет такое же имя, что и класс, но объявлен с ключевым словом `static`:

```
static Shed()
{
  ObjectNumber++;
}
```

Такой конструктор обладает следующими свойствами:

- выполняется только один раз, вне зависимости от количества объектов, созданных из класса;
- не может иметь параметров, а значит, его нельзя перегружать, не получится создать более одного конструктора, и он будет выглядеть только так, как описано ранее;
- конструктор не имеет модификаторов доступа, потому что его не вызывают извне, он вызывается автоматически при создании первого объекта из класса или при первом обращении к статичному члену класса.

Почему нельзя перегружать конструктор и создать версию с параметрами? В третьем пункте я уже почти ответил на этот вопрос. Просто мы никогда не вызываем статичные конструкторы, они вызываются автоматически. Как только вы обращаетесь к какому-то статичному свойству класса, платформа автоматически вызовет статичный конструктор, и она не может знать, какие параметры вы хотите передать, поэтому вызывает его только без параметров.

Вы можете создавать даже целые статичные классы. Если класс объявлен как статичный, то он может содержать только статичные переменные и методы:

```
static class MyStaticParams
{
  public static void SomeMethod()
  {
  }
}
```

Тут нужно заметить, что такой класс не имеет смысла инициализировать для создания объекта, потому что все его члены доступны и без инициализации.

Если у вас есть класс, у которого все методы статичные и нет других данных, то при компиляции приложения будет получено предупреждение, что рекомендуется пометить класс как статичный. Это не ошибка, и если вы этого не сделаете, то программа все же будет выполняться, однако рекомендация эта сама по себе очень хорошая. Так что если у класса нет не статичных методов и свойств, то класс помечаем как статичный.

В статичные классы объединяют в основном какие-то вспомогательные переменные или методы, которые должны быть доступны для всего приложения. Раньше, когда языки не были полностью объектными, мы могли создавать переменные или методы, которые не принадлежали определенному классу. Такие переменные назывались *глобальными* и были видны во всем приложении. В чисто ООП-языке не может быть методов и переменных вне класса.

Статичные члены класса принадлежат классу, а не объекту, поэтому обращаться к ним нужно через имя класса. Нестатичные данные относятся к объекту, поэтому мы должны инициализировать объект из класса и обращаться к членам объекта через переменную объекта. Чтобы вызвать статичный член класса, нужно писать:

```
Имя_Класса.Переменная
```

или

```
Имя_Класса.Метод()
```

Например, статичный метод, который мы описали ранее, вызывается следующим образом:

```
MyStaticParams.SomeMethod();
```

Слева от точки здесь стоит имя класса, а не переменная объекта.

И последнее замечание относительно статичных переменных. Их значение инициализируется при первом обращении. В этот момент вызывается конструктор или выделяется память. То есть, если вы в программе объявили 100 статичных переменных, это не значит, что сразу при старте программы все они будут проинициализированы, и для всех будет выделена память. Если бы это было так, то запуск программы был бы слишком долгим и съел бы слишком много памяти уже на старте. На самом деле память выделяется по мере надобности. Как только вы обращаетесь к статичной переменной в первый раз, для нее выделяется память, и туда заносится ее значение.

Несмотря на то, что статичные методы и переменные вполне экономичны и иногда удобны с точки зрения использования, применяйте их только тогда, когда это реально необходимо.

> ***Примечание***
>
> Исходный код примера к этому разделу можно найти в папке *Source\Chapter3\StaticProp* сопровождающего книгу электронного архива (см. *приложение*).

3.3.6. Рекурсия

Рекурсивный вызов метода — это когда метод вызывает сам себя. Да, такое действительно возможно. Вы без проблем можете написать что-то в стиле:

```
void MethodName()
{
  MethodName();
}
```

Такой метод вполне корректен с точки зрения программирования и языка C#, но некорректен с точки зрения выполнения. Дело в том, что если вы вызовете метод `MethodName()`, то он будет бесконечно вызывать сам себя, и программа зациклится. Из этого бесконечного вызова метода нет выхода, и поэтому рекурсивные методы опасны с точки зрения программирования. Вам следует быть осторожным и убедиться, что из рекурсивного вызова обязательно будет выход, т. е. наступит такое состояние, при котором рекурсия прервется.

Очень часто можно встретиться с тем, что рекурсии обучают на примере факториала. Я сам это делал, потому что пример этот весьма нагляден. Но однажды я прочитал статью, в которой автор утверждал, что из-за нас — авторов учебных пособий — программисты начинают думать, что факториал действительно нужно вычислять через рекурсивный вызов. Если кто-то из прочитавших мои книги, где я учил рекурсии через факториал, тоже пришел к такому выводу, то могу извиниться и пообещать, что больше так учить не стану. Я это делал лишь из-за наглядности, но не потому, что так нужно. Да, факториал можно вычислять рекурсией, но намного лучше, быстрее и эффективнее делать это через простой цикл, и в этой книге мы уже познакомились с факториалом во время изучения циклов, так что здесь придется придумать другой пример.

Немного подумав, я решил показать реальный пример рекурсии на таком примере, где виден результат, и выбрал для этого алгоритм быстрой сортировки. Алгоритм основан на том, что он делит массив по определенному признаку и для каждой половины массива снова вызывает сортировку. На втором шаге метод получает уже меньший по размеру массив, который снова режется на две части. Таким образом, на каждом этапе массив делится на все более мелкие части.

Давайте посмотрим, как это делается в коде (листинг 3.2).

Листинг 3.2. Быстрая сортировка

```
class Program
{
  static int[] array = {10, 98, 78, 4, 54, 25, 41, 30, 87, 60, 84, 6, 12};

  static void Main(string[] args)
  {
    sort(0, array.Length-1);
```

```
    foreach (int i in array)
      Console.WriteLine(i);
    Console.ReadLine();
  }

  static void sort(int left, int right)
  {
    int i = left;
    int j = right;
    int x = array[(left + right) / 2];

    do
    {
      while (array[i] < x) i++;
      while (array[j] > x) j--;
      if (i <= j)
      {
         int y = array[i];
         array[i] = array[j];
         array[j] = y;
         i++;
         j--;
      }
    } while (i < j);

    foreach (int k in array)
      Console.Write(k.ToString() + ',');
    Console.WriteLine(" ");

    if (left < j)
      sort(left, j);

    if (left < right)
      sort(i, right);
  }
}
```

Разберемся со смыслом этой быстрой сортировки. У нас есть массив из чисел. Мы берем на удачу элемент посередине и запускаем цикл, в котором нужно сделать так, чтобы все элементы слева от середины списка были меньше этого значения, а справа от середины были больше этого значения. Для массива:

```
10, 98, 78, 4, 54, 25, 41, 30, 87, 60, 84, 6, 12
```

средним значением будет `41`, а значит, числа `98`, `78` и `54` нужно перенести правее `41`, а числа `30`, `6` и `12` — левее, просто меняя эти значения местами, в результате получаем:

```
4, 6, 12, 10, 30, 25, 41, 54, 87, 60, 84, 78, 98
```

Да, массив еще не отсортирован, но мы точно знаем, что слева от `41` числа меньше его, а справа — больше. Теперь запустим сортировку для левой части:

```
4, 6, 12, 10, 30, 25
```

и для правой:

```
54, 87, 60, 84, 78, 98
```

Для каждой из половин метод `Sort()` снова повторяет процесс: для массива `4, 6, 12, 10, 30, 25` мы берем среднее значение `12` и перемещаем все числа меньше его налево, а все, что больше, — направо: `4, 6, 10, 12, 30, 25`. Массив практически отсортирован, и мы снова вызываем сортировку для двух половин этого массива.

Все, что представлено в этом листинге, нам уже известно. Попробуйте сами пробежаться мысленно по коду и понять, как он выполняется. Рекурсивность в коде находится в самом конце, где метод `sort()` вызывает сам себя, передавая индексы массива, начиная с которого и по какой, нужно просмотреть массив и при необходимости отсортировать.

> ***Примечание***
>
> Исходный код примера к этому разделу можно найти в папке *Source\Chapter3\QuickSort* сопровождающего книгу электронного архива (см. *приложение*).

3.3.7. Деструктор

В *разд. 3.3.4* мы обсуждали существование специализированного метода по имени *конструктор*. Это метод, который вызывается автоматически при создании объекта и который должен выделять ресурсы и инициализировать переменные. А есть ли такой же метод, который бы вызывался автоматически при уничтожении объекта, в котором можно было бы подчищать и освобождать выделенные ресурсы? Такой метод есть, но смысл его использования весьма расплывчат и не явен. Давайте сначала поговорим о том, почему этот так.

Платформа .NET достаточно интеллектуальна, чтобы самостоятельно освобождать все выделенные ресурсы. Это очень важно, потому что программисту не приходится думать о том, какие ресурсы и когда следует отпустить и уничтожить. Все за нас делает система, поэтому и не происходит утечек памяти.

Система ведет счетчики, в которых подсчитывается количество ссылок на экземпляры классов. Когда количество рабочих ссылок на объект становится равным нулю, и объект более не используется, он добавляется в список объектов, подлежащих уничтожению. По мере возможности и надобности запускается специальный модуль — *сборщик мусора*, который освобождает выделенные ресурсы автоматически. Тут есть один очень важный момент, который вы должны помнить и понимать, — объекты не обязательно уничтожаются сразу же после того, как они становятся ненужными.

Вы можете самостоятельно принудить сборщик мусора к работе, чтобы он пробежался по классам, которые нуждаются в очистке, написав следующую строку кода в своей программе:

```
GC.Collect();
```

В .NET есть такой класс: `GC`, который позволяет работать со сборщиком мусора и вызывать его методы. Метод `Collect()` — это статичный метод, который инициирует сборку мусора.

Если вы пишете только для платформы .NET и только с помощью методов этой платформы, то использование деструктора не нужно и не имеет смысла, — платформа сама все подчистит. Деструктор может понадобиться в том случае, когда вы обращаетесь напрямую к функциям платформы Windows, не имеющей сборщика мусора. В ней нужно будет самостоятельно освободить любую память, которую вы выделили самостоятельно, вызывая методы Windows.

Метод, который вызывается автоматически в ответ на уничтожение объекта, называется *деструктором* и описывается точно так же, как в языке C++:

```
~Form1()
{
}
```

На то, что это деструктор, указывает символ ~ (тильда) перед именем, а имя должно быть точно таким же, как и имя класса.

Это сокращенный вариант деструктора, но при компиляции сокращенный вариант превращается в полный вариант описания, который в .NET выглядит как метод `Finalize()`.

Если вы разрабатываете класс, который, например, открывает файл, то этот файл обязательно нужно закрыть после использования. Для этого закрытие можно прописать в деструкторе, но лучше помимо деструктора реализовать еще метод с именем `Close()`. А что, если пользователь забудет вызвать метод `Close()`? Если явно не закрывать файл, то он будет отмечен в системе как используемый, пока сборщик мусора не уничтожит объект. Это плохо — лучше использовать деструктор и в нем самостоятельно закрывать файл и освобождать его.

Тут лучше воспользоваться методом: `Dispose()`. Это еще один способ выполнить код, который должен вызываться при завершении работы с объектом. Пока нам нужно знать, что:

```
protected override void Dispose(bool disposing)
{
  if (disposing)
  {
    // здесь уничтожаем объекты
  }
  base.Dispose(disposing);
}
```

Такой метод будет автоматически вызываться, если класс реализовал интерфейс `IDisposable`. Что такое интерфейс, мы еще узнаем в *главе 7*, а пока ограничимся только именем метода, потому что он реализован уже во множестве классов .NET платформы.

Чем метод `Dispose()` лучше деструктора? Деструктор нельзя вызывать напрямую, поэтому вам необходимо иметь метод, который можно вызывать вручную, и таким методом является `Dispose()`. В качестве параметра метод получает логическую переменную. Если она равна `true`, то нужно освободить управляемые (.NET) и неуправляемые (запрошенные напрямую у ОС) ресурсы. Если параметр равен `false`, то нужно освободить только неуправляемые ресурсы.

Хотя мы еще не знакомились с базами данных, я хотел бы тут сделать одно замечание. Для работы с базой данных нужно открывать соединение. Теоретически его можно даже не закрывать, потому что в момент освобождения объекта будет закрыто и соединение. Однако это расход ресурсов, потому что соединения будут заняты дольше, чем они нужны, ведь освобождение объектов происходит не сразу.

Используйте метод `Dispose()` для закрытия соединения с базой данных. Вы сэкономите не только ресурсы, но и можете повысить скорость работы приложения.

3.3.8. Упрощенный синтаксис

Если метод состоит только из одной строки, то его можно записать в упрощенном виде:

```
public int GetSize() =>
    Width * Height * Lengthwise;
```

Как можно видеть, здесь нет фигурных скобок, а вместо них после имени метода стоит символ => и сразу же идет единственная строка метода.

3.4. Метод *Main()*

Метод с именем `Main` является самым главным методом в программе, потому что с него начинается выполнение приложения. Существует несколько вариантов написания метода `Main()`:

```
static void Main()
{
}

static int Main()
{
  return Целое_число;
}

static void Main(string[] args)
{
}
static public int Main(string[] args)
{
  return Целое_число;
}
```

Обратите внимание, что все варианты метода `Main()` являются статичными (в начале стоит модификатор `static`). Это значит, что метод можно вызывать без создания экземпляра класса. Логично? Я думаю, что да, ведь при запуске приложения еще никаких классов не создавалось, а значит, существуют только статичные методы и переменные, которые инициализируются автоматически при первом обращении.

Все эти объявления сводятся к одной простой истине — метод может возвращать пустое значение или число, а также может не принимать никаких параметров или принимать массив строк.

Метод `Main()` не обязан быть открытым, а может быть объявлен как `private`. В этом случае другие сборки не смогут вызывать метод напрямую. Если перед нами исполняемый файл, то он прекрасно будет запускаться и с закрытым методом `Main()`.

Почему в качестве параметра передается именно массив строк? Дело в том, что ОС, когда вызывает программу, может передать ей в качестве параметров одну строку. Это уже сама программа разбивает монолитную строку на массив, а в качестве разделителя использует пробел. Это значит, что если вы передадите программе два слова, разделенные пробелом, — например: `"parameter1 parameter2"`, то в массиве значений будет создано две строки: `parameter1` и `parameter2`.

Следующий пример показывает, как отобразить в консоли все переданные параметры:

```
private static void Main(string[] args)
{
  foreach (string s in args)
    Console.WriteLine(s);
  Console.ReadLine();
}
```

Чтобы запустить пример из среды разработки и сразу же увидеть результат, вы можете прямо в среде разработки прописать параметры, которые должны будут передаваться программе. Для этого щелкните правой кнопкой мыши по имени проекта и в контекстном меню выберите пункт **Properties**. Здесь выберите раздел **Debug** и в поле **Command line arguments** (Параметры командной строки) введите текст, который должен быть передан программе при запуске.

А что, если нужно передать программе имя файла, которое содержит пробелы? Интересный вопрос, и мы часто можем встретиться с ним, но ответ на него находится легко — имя файла нужно заключить в двойные кавычки и передать в таком виде программе в качестве параметра. Точно так же можно поступить с любой другой строкой, которая не должна быть разбита по пробелам. Все, что находится между кавычками, не разбивается по параметрам.

Неужели доступ к параметрам командной строки можно получить только из метода `Main()`? А что, если у нас большой проект, и нужно узнать, что нам передали из совершенно другого места? И это возможно. Есть такой класс: `Environment`, у которого есть статичный (это значит, что для доступа к методу не нужно создавать класс)

метод `GetCommandLineArgs()`, который вернет нам массив аргументов. Следующий пример получает аргументы от класса и выводит их в консоль:

```
private static void Main()
{
  string[] args = Environment.GetCommandLineArgs();
  foreach (string s in args)
    Console.WriteLine(s);
  Console.ReadLine();
}
```

Запомните, что `Environment.GetCommandLineArgs()` возвращает массив параметров на один больше, потому что самым первым параметром (под индексом 0) всегда идет полный путь к запущенному файлу. В Интернете часто можно увидеть вопрос о том, как узнать, откуда была запущена программа. Легко! Нужно посмотреть нулевой аргумент в `Environment.GetCommandLineArgs()`:

```
string fullpath = Environment.GetCommandLineArgs()[0];
```

Эта строка кода сохранит в переменной `fullpath` полный путь, включая имя файла запущенной программы.

> ***Внимание!***
>
> Метод `Main()` не может быть перегружен, т. е. в одном классе не может существовать несколько методов с этим именем, в отличие от любых других методов. Это связано с тем, что иначе ОС не сможет определить, какой из методов `Main()` является входной точкой программы.

3.5. Оператор *Using*

В *разд. 2.3* мы уже говорили о пространствах имен, но тогда некоторые вещи было еще рано объяснять, потому что они все равно были бы не понятны, поэтому сейчас я решил вернуться к этому вопросу и поговорить на эту тему более подробно. Вот тут нужно вспомнить первую строку исходного кода проекта `TestApplication` (см. *разд. 1.3.1*) и еще раз остановиться на ней:

```
using System;
```

Оператор `using` говорит о том, что мы хотим использовать пространство имен `System`. Теперь при вызове метода система сначала станет искать его у текущего объекта, и, если он не будет найден, произведет поиск в выбранном пространстве имен. Нужен пример? Он перед вами. Дело в том, что полный путь вызова метода `WriteLine()` выглядит следующим образом:

```
System.Console.WriteLine("Hello World!!!");
```

У `System` есть класс `Console`, а у `Console` есть статичный метод `WriteLine()`. Чтобы не писать такую длинную цепочку, мы говорим, что мы находимся в пространстве `System` и используем его методы и свойства.

Оператор `using` достаточно мощный, но не всесильный. Например, нельзя использовать пространство имен `System.Console`, и следующий код будет ошибочным:

```
using System.Console;

class EasyCSharp
{
  public static void Main()
  {
    WriteLine("Hello World!!!");
  }
}
```

Ошибка произойдет из-за того, что `Console` является классом, а не пространством имен, и он не может быть выбран в качестве пространства имен. Единственное, что мы можем сделать — создать псевдоним для класса, например:

```
using output = System.Console;

class EasyCSharp
{
  public static void Main()
  {
    output.WriteLine("Hello World!!!");
  }
}
```

В этом примере с помощью директивы `using` мы создаем псевдоним с именем `output` для класса `Console` и используем этот псевдоним в коде проекта. Псевдонимы удобны в тех случаях, когда мы подключаем два различных пространства.

> ***Примечание***
>
> Исходный код этого примера можно найти в папке *Source\Chapter3\Alias* сопровождающего книгу электронного архива (см. *приложение*).

Пространства имен — это как папки для функций. В папке `System` лежит все, что касается системы, а в `System.Windows` можно найти все необходимое для работы с окнами. Таким образом, с помощью указания пространств имен вы говорите компилятору, с какими функциями и из какого пространства имен вы будете работать. Если не сделать этого, то придется вызывать функции, указывая их полный путь. Опять же, аналогия с файловой системой. Если войти в какой-либо каталог, то можно запускать имеющиеся в нем файлы, указывая только их имена. В противном случае приходится указывать полный путь.

Задавая с помощью `using` пространства имен, вы говорите компилятору, где искать функции, используемые в вашем коде. Но это не единственная задача, которую решает эта директива. В .NET очень много объектов, и даже в самой платформе есть некоторые объекты, которые имеют одинаковые имена. Например, есть кнопка для веб-формы, а есть кнопка для оконного приложения. Это совершенно разные кноп-

ки, и они не совместимы. Чтобы компилятор узнал, какая именно из них нужна, вы и указываете пространство имен, с которым работаете. Например, если указано `System.Windows.Forms`, то значит, вы используете оконное приложение, а если `System.Web.UI.Controls`, то перед нами веб-приложение.

А что, если вам нужно в одном и том же модуле использовать и то, и другое? Как указать, что `Button` — это оконная кнопка, а не веб? Конечно, можно указывать полный путь к объекту `System.Winddows.Forms.Button`, но лучше создать псевдоним:

```
using winbutton = System.Windows.Forms.Button;
```

Таким вот методом мы как бы создали псевдоним для оконной кнопки с именем `winbutton`, и можем обращаться к кнопке не как к `Button`, а как к `winbutton`. Точно так же можно создать псевдоним для веб-кнопки и обращаться к ней по короткому имени.

3.6. Объекты только для чтения

Простые переменные могут стать константами, и тогда их значения нельзя будет изменить во время выполнения программы. А можно ли сделать то же самое с объектом и написать что-то типа:

```
const Shed sh = new Shed();
```

Так делать нельзя. Дело в том, что значение константы должно быть известно уже на этапе компиляции и должно быть вполне конкретным. В данном случае у нас переменная-объект. Какое значение компилятор должен будет поставить в программу вместо имени `sh`? Должно быть конкретное значение, а тут его нет.

Для чего вообще нужно создавать переменную объекта как константу? Чаще всего, чтобы защитить ее от повторной инициализации и выделения памяти. Если вам нужно именно это, то объявите переменную как доступную только для чтения, а для этого перед переменной нужно поставить ключевое слово `readonly`, как показано в следующем примере:

```
static readonly Shed sh = new Shed();

static void Main(string[] args)
{
  sh = new Shed(); // Ошибка, нельзя инициализировать повторно
}
```

3.7. Объектно-ориентированное программирование

Мы уже немного затронули тему объектно-ориентированного программирования (ООП) в *разд. 3.1* и выяснили, что такое *класс*. Сейчас нам предстоит познакомиться с ООП более подробно. Язык C# является полностью объектным, поэтому зна-

ние основных принципов этой технологии весьма обязательно для понимания материала книги и языка C#.

Основная задача ООП — упростить и ускорить разработку программ, и с такой задачей оно великолепно справляется. Когда я впервые познакомился с этой технологией в C++, то сначала не мог ее понять и продолжал использовать процедурное программирование, но когда понял, то ощутил всю мощь ООП и не представляю сейчас, как я жил раньше. Крупные проекты писать без классов невозможно.

Проблема при описании ООП заключается в том, что необходимо сначала получить слишком много теоретических знаний, прежде чем можно будет писать полноценные примеры. Конечно же, я мог бы сразу познакомить вас с созданием более сложных программ, но описание самого языка усложнилось бы. Поэтому мы взяли пока простой пример, но уже познакомились на практике с возможностью создания простых классов и методов.

ООП стоит на трех китах: инкапсуляции, наследовании и полиморфизме. Давайте поймаем и исследуем каждого кита в отдельности.

3.7.1. Наследование

Для описания *наследования* снова вернемся к строениям. Допустим, нам нужно создать объект, который будет описывать дом. Для этого необходимо наделить объект такими свойствами, как высота, ширина и т. д. Но вспомним пример из *разд. 3.1*, где мы описывали сарай. Он имеет те же параметры, только дом делается из другого материала и должен иметь окна, которые у сарая могут отсутствовать. Таким образом, чтобы описать дом, не обязательно начинать все с начала, можно воспользоваться уже существующим классом сарая и расширить его до дома. Удобно? Конечно же, потому что позволяет использовать код многократно.

Следующий абстрактный пример показывает, как будет выглядеть создание объекта «Дом»:

```
Объект Дом происходит от Сарая
Начало описания
   Количество окон
Конец описания
```

В этом примере `Дом` происходит от `Сарая`. А это значит, что у дома будут все те же свойства, которые уже есть у сарая, плюс новые, которые добавлены в описании. Мы добавили к сараю свойство `Количество окон`, а свойства ширины, высоты и глубины будут наследованы от предка, и их описывать не нужно.

Когда мы объявили наследника, то помимо свойств получили и метод подсчета объема. Но дом может иметь более сложную, нежели сарай, форму, и не всегда его объем так просто подсчитать. Чтобы у объекта `Дом` была другая функция, достаточно в этом объекте объявить метод с тем же именем и написать свой код:

```
Объект Дом происходит от Сарая
Начало описания
   Количество окон
```

```
    Число ПолучитьОбъем()
    Начало метода
       Подсчитать объем дома
    Конец метода
Конец описания
```

Теперь объекты Дом и Сарай имеют метод с одним и тем же именем, но код может быть разным. Более подробно о наследовании мы еще поговорим, когда будем рассматривать работу с объектами в C#.

Наследование может быть достаточно сложным и может строиться по древовидной схеме. От одного класса может наследоваться несколько других. Например, от сарая можно создать два класса: дом и будка. От дома можно создать еще один класс — многоэтажный дом. Таким образом, получится небольшое дерево, а у многоэтажного дома среди предков будет аж два класса: сарай и дом. Тут есть одна важная особенность — многоэтажный дом наследует два класса последовательно. Сначала дом наследует все свойства и методы сарая и добавляет свои методы и свойства. После этого многоэтажный дом наследует методы и свойства дома, которые уже включают в себя свойства и методы сарая.

Такое наследование называется *последовательным*, и оно вполне логично и линейно. Множественное (параллельное) наследование в C# невозможно. Это значит, что вы не можете создать класс многоэтажки, который будет наследоваться сразу же от дома и от подземной парковки. Придется выбрать что-то одно.

Перейдем теперь от теории к делу и на практике посмотрим, как происходит наследование.

Итак, введем какое-то базовое понятие для строений — Building. Как я уже говорил, каждый класс желательно держать в отдельном файле, поэтому добавим файл Building.cs к проекту и в нем запишем следующий код:

```
class Building
{
    int width;
    int height;

    public int Width {
        get { return width; }
        set { width = value; }
    }

    public int Height {
        get { return height; }
        set { height = value; }
    }

    public int Lengthwise { get; set; }
}
```

Здесь мы подразумеваем, что все здания обладают размерами: шириной, высотой и длиной. А более сложные архитектурные строения будут состоять из таких вот простых строений.

У сарая тоже есть размеры: ширина, высота и длина, и чтобы не копировать данные, мы можем просто наследовать класс здания, то есть наследовать его функционал. Для этого при объявлении класса после имени ставим две точки и имя класса, который мы наследуем:

```
class Shed : Building
```

Из самого класса сарая теперь можно убрать объявления свойства `Width`, `Height` и `Height`, и класс сарая теперь будет выглядеть так:

```
class Shed : Building
{
    public Shed(): this(1, 1, 1)
    {
    }

    public Shed(int w, int l, int height)
    {
        Width = w;
        Lengthwise = l;
        this.Height = height;
    }

    public int GetSize()
    {
        int size = Width * Height * Lengthwise;
        return size;
    }
}
```

У нас здесь нет больше объявления свойств — мы их наследовали от предка `Building`. Мы их наследовали, поэтому имеем право использовать, — вот почему в коде все еще остались значения `Width`.

Класс сарая унаследовал свойства и добавил свои методы. У базового класса `Building` нет метода `GetSize`, а у сарая есть. В общем-то метод `GetSize` можно было объявить в классе `Building`, и тогда этот метод был бы у них обоих, но ради примера я пока сделал именно так. Теперь посмотрим на пример использования:

```
Building myBuilding = new Building();
myBuilding.Height = 10;
myBuilding.Width = 20;
myBuilding.Lengthwise = 30;
// myBuilding.GetSize();

Shed myFirstShed = new Shed(10, 20, 30);
myFirstShed.Height = 15;
myFirstShed.GetSize();
```

Мы создаем объект класса `Building` и указываем его размеры, заполняя свойства, но строка получения размера закомментирована не просто так — ведь у этого класса нет такого метода, он есть лишь у сарая.

Потом мы создаем сарай и при его создании можем указать конструктору размеры, потому что такой специальный конструктор у сарая есть. Затем я меняю высоту сарая на 15 метров, и хотя это свойство отсутствует непосредственно у класса `Shed`, мы можем его менять, потому что это свойство есть у предка, который мы наследуем.

Давайте создадим еще один файл — AppartmentBuilding.cs — и в нем объявим класс для многоэтажного здания:

```
class AppartmentBuilding : Building
{
    public int Floors { get; set; }
}
```

Этот класс также наследует все возможности `Building` и добавляет одно новое свойство — количество этажей `Floors`. Пример использования такого класса:

```
AppartmentBuilding appartmentBuilding = new AppartmentBuilding();
appartmentBuilding.Height = 10;
appartmentBuilding.Width = 20;
appartmentBuilding.Lengthwise = 30;
appartmentBuilding.Floors = 9;
```

У этого объекта мы можем задать не только размеры, но и количество этажей.

Теперь у нас есть базовый класс `Building`, который определяет размеры здания. Два класса наследуют этот класс и могут добавлять свои возможности — так, `AppartmentBuilding` добавляет свойство `Floors`, а `Shed` позволяет определить размер.

А если мы хотим, чтобы у многоэтажного дома была возможность определять размер здания, то есть получить доступ к методу `GetSize()`? Можем мы наследовать сразу два класса?

```
class AppartmentBuilding : Building, Shed
```

Я попытался перечислить через запятую два класса, чтобы наследовать их оба, однако такой код завершится ошибкой, потому что наследовать можно только один класс. Класс может выступать базой для множества различных классов, но наследовать можно только один. Это как дерево, которое имеет только один ствол, на котором может расти много веток, на каждой ветке может расти много листьев, но один лист не может расти от нескольких веток (возможно, в природе такое бывает, но это уже аномалия).

Итак, как же решить такую задачу — получить доступ и к размеру, и к свойствам? У дерева ветка может расти из ветки, и то же самое в наследовании — мы можем наследовать класс, который уже наследует какой-то класс.

То есть если мы наследуем сарай, то унаследуем его свойство `GetSize`, а так как сарай наследует `Building`, то по цепочке мы получим доступ и к свойствам размера:

```
class AppartmentBuilding : Shed
```

Вот такой подход возможен — теперь у нас получилась цепочка:

```
Building < Shed < AppartmentBuilding
```

`Building` здесь задает базовый функционал, `Shed` наследует свойства `Building` и добавляет свой метод, `AppartmentBuilding` наследует `Shed` и `Building` и добавляет свое свойство — количество этажей.

Таким способом можно строить достаточно сложные классы и наследования, но сразу предостерегу вас от него — большое количество классов в цепочке потом приводит к серьезным проблемам при поддержке такого кода. Используйте наследование, но аккуратно. Это вопрос уже хорошего тона в программировании и отдельной книги.

3.7.2. Инкапсуляция

Инкапсуляция решает два вопроса. Во-первых, она определяет, что мы должны объединять данные и методы, которые работают над этими данными, в одну сущность. И во-вторых, дает возможность спрятать от конечного пользователя внутреннее устройство объекта и предоставить ему доступ только к тем методам, которые необходимы.

То есть за счет того, что мы объединяем данные и методы в один класс, мы предоставляем пользователю только те возможности, которые ему нужны для решения задачи, и прячем от него сложность устройства работы класса.

Посмотрим на следующий пример класса, который работает с файлом:

```
class File {
   public int OpenHandle(string filename){
   }
   public string ReadLine(int handle){
   }
}
```

Когда мы открываем файл `OpenHandle`, то после этой операции создается специальное значение, называемое `handle`, которое ассоциируется с открытым файлом. Именно его нам возвращает метод, и мы потом можем передать его методу `ReadLine`, чтобы прочитать строку из открытого файла. Казалось бы, это класс, и мы пишем объектный код, но на самом деле нет. Я просто тут объединил две процедуры, которые не сделали код объектным. Программисту надо иметь в виду, что есть некий `handle`, о котором нужно думать и который нужно куда-то передавать.

`Handle` — это данные, а метод, который читает данные из файла, — `read`. Согласно принципам инкапсуляции мы должны объединить методы и данные и спрятать сложность реализации:

```
class File {
   private int handle
   public File(string filename){
   }
   public string ReadLine(){
   }
}
```

Вот теперь это уже объектный код. У нас есть класс `File`, которому нужно передать имя:

```
File file = new File("readme.txt");
```

И у нас есть метод `ReadLine`, с помощью которого мы можем читать данные. Вся сложность реализации и все проблемы указателя на открытый файл скрыты от нас, потому что теперь это внутренние проблемы класса. Причем они не просто скрыты, но еще и защищены с помощью модификатора доступа `private`, чтобы пользователь не имел доступа к этим данным.

Свойство инкапсуляции «объединение методов и данных в класс» — это достаточно интересный вопрос, но не всегда его легко описать. Сложно дать четкие правила, какие данные объединять и с какими методами.

Второе свойство инкапсуляции четко связано с модификаторами доступа. По умолчанию в C# все методы закрыты. Если вы объявите метод в классе, то он сразу по умолчанию станет закрытым и к нему невозможно будет получить доступ, поэтому знание модификаторов и умение ими пользоваться является очень важным в ООП.

Что понимается под *пользователем объекта*? Существуют два типа пользователей: наследник и программист. Инкапсуляция позволяет прятать свою реализацию от обоих. Зачем программисту знать, как устроен объект, когда для его использования достаточно вызвать только один метод. Есть еще третий пользователь — сам объект, но он имеет доступ ко всем своим свойствам и методам.

Давайте вспомним следующую строку кода, которую мы уже рассматривали:

```
file.ReadLine()
```

Здесь происходит вызов метода `ReadLine()` класса `File`, который должен читать данные. Благодаря ООП и инкапсуляции нам абсолютно не нужно знать, как происходит чтение из файла. Достаточно знать имя метода, что он делает и какие параметры принимает, и вы можете использовать возможности метода, не задумываясь о внутренностях и реализации.

Предоставление доступа осуществляется с помощью трех модификаторов доступа: `public`, `protected` и `private`, о которых мы уже говорили в *разд. 3.1*.

В следующем примере метод `OutString()` объявляется как закрытый (`private`):

```
class EasyCSharp
{
  public static void Main()
```

```
    {
      Shed shed = new Shed();
      Shed.OutString(); // Произойдет ошибка
    }
  }
  class Shed
  {
    private void OutString()
    {
      Console.WriteLine("Hello World!!!");
    }
  }
```

Поскольку метод объявлен закрытым, вы не можете вызвать `OutString()`, находясь в другом классе. При попытке скомпилировать проект компилятор сообщит о том, что он не видит метода, — ведь он закрытый.

Методы `private` доступны только текущему классу. Методы, которые объявлены как `protected`, могут быть доступны как текущему классу, так и его наследникам.

Как определить, какие методы должны быть открыты, а какие нет? Для этого нужно четко представлять себе, к каким методам должен получать доступ программист, а к каким нет. При этом программист не должен иметь доступа к тем составляющим объекта, которые могут нарушить целостность.

Объект — это механизм, который должен работать автономно и иметь инструменты, с помощью которых им можно управлять. Например, если представить автомобиль как объект, то водителю не нужно иметь доступ к двигателю или коробке передач, чтобы управлять автомобилем. Если у водителя будет к этим узлам прямой доступ, то он может нарушить работу автомобиля. Чтобы работа не была нарушена, водителю предоставляются специальные методы:

- педаль газа для управления оборотами двигателя;
- ручка переключения передач для управления коробкой передач;
- руль для управления колесами

и т. д.

Но есть компоненты, к которым водитель должен иметь доступ. Например, чтобы открыть дверь или багажник, не нужно выдумывать дополнительные механизмы, потому что тут нарушить работу автомобиля достаточно сложно.

Если ваши объекты будут автономными и смогут работать без дополнительных данных, то вы получаете выигрыш не только в удобстве программирования текущего проекта, но и в будущих проектах. Допустим, вы создали объект, который рисует на экране определенную фигуру в зависимости от заданных параметров. Если вам понадобятся подобные возможности в другом проекте, достаточно воспользоваться уже существующим кодом.

3.7.3. Полиморфизм

Полиморфизм в языках программирования и теории типов — способность кода обрабатывать данные разных типов.

Это одно из самых мощных средств ООП, которое позволяет использовать методы и свойства потомков. Вспоминаем пример с объектами «сарай» (`shed`) и «дом» (`building`). У обоих этих объектов есть метод подсчета объема. Несмотря на то что методы разные (у дома мы переопределили этот метод), предок может обращаться к методу подсчета объема у потомка.

Вы можете объявить переменную типа класса предка, но присвоить ей значение класса потомка, и, несмотря на то, что переменная объявлена как предок, вы будете работать с потомком. Запутано? В C# все классы наследуются от `Object`. Это значит, что вы можете объявить переменную этого класса, а присвоить ей объект любого наследника (а так как это база для всех классов, то совершенно любого типа), даже сарай:

```
Object shed = new Shed();
(Shed)shed.GetSize();
```

Несмотря на то что переменная `shed` объявлена как объект класса `Object`, мы присвоили ей объект класса `Shed`. В результате переменная останется сараем и не будет простым базовым объектом, а, значит, мы сможем вызывать методы сарая. Просто для этого нужно компилятору и исполняемой среде подсказать, что в переменной находится сарай, а для этого перед переменной в скобках нужно указать реальный тип переменной (класс `Shed`).

За счет того, что `Object` — это базовый класс для всех классов, он дает нам возможность работать с любыми классами. Вспоминаем определение, которое я дал в начале этого раздела, — способность кода обрабатывать данные разных типов.

```
Object obj = new Shed();
obj = new File();
```

Необязательно работать только с `Object`, можно работать с объектами через любой базовый класс, который является базовым для нашего.

Эту возможность желательно рассматривать на практике, поэтому мы пока ограничимся только определением, а дальнейшее изучение полиморфизма оставим на практические занятия.

В *разд 3.7.1* мы создали три класса `Building`, `Shed` и `AppartmentBuilding`. Так как первый является базовым для двух других, то следующие три строки являются в ООП абсолютно легальными благодаря полиморфизму:

```
Building building = new Building();
Building shed = new Shed();
Building appartment = new AppartmentBuilding();

Console.WriteLine("building" + building.ToString());
Console.WriteLine("shed" + shed.ToString());
Console.WriteLine("appartment" + appartment.ToString());
```

Сначала объявлены три переменные, и все они объявлены как `Building`. Первой переменной присваивается результат создания объекта `Building`. Второй — объект `Shed`. Третья будет представлена как `AppartmentBuilding`. Все это легально, все это способность кода обрабатывать данные разных типов. Нужно только, чтобы они были совместимы.

Последние три строки выводят на экран результат метода `ToString()`. Мы не создавали такой метод у строения, сарая или квартирного дома, но он есть, а откуда берется, мы узнаем в *разд. 3.8*. Он выводит на экран тип метода, и мы увидим:

```
buildingTestApplication.Building
shedTestApplication.Shed
appartmentTestApplication.AppartmentBuilding
```

Несмотря на то что каждая из переменных объявлена как `Building`, при выводе видно, что они на самом деле разного типа.

А сможем ли мы получить размер сарая?

```
shed.GetSize();
```

Именно таким образом — нет, потому что переменная `shed` объявлена как `Buidling`. Да, в переменной реально находится сарай, но об этом знаем мы, а коду все равно, потому что он видит тип переменной `Building` и не проверяет, что на самом деле находится в этой переменой. Тут наша задача подсказать компилятору, что именно находится в переменной, но для этого нужно еще познакомиться с приведением типов.

Чуть ранее я отметил, что сохранение в переменных другого типа разрешено, нужно только чтобы они были совместимы. Что это значит?

В нашем примере все переменные объявлены зданиями, и в них мы сохраняем и сарай, и квартирный дом. Так как сарай наследует здание, то в сарае есть весь функционал здания, т. е. типы совместимы.

А что если мы попробуем в квартирный дом поместить здание:

```
AppartmentBuilding appartment = new Building();
```

Такой код завершится ошибкой. У квартирного дома есть свойство `Floors`, которого нет у `Building`, а значит, совместимость нарушена. В переменную можно поместить объекты только типов данных, которые наследуют тип переменной. Если переменная строения `Building`, то в нее можно поместить только классы, которые наследуют `Building`.

3.8. Наследование от класса *Object*

Все классы имеют в предках класс `Object`. Это значит, что если вы не напишете, от какого класса происходит ваш класс, то по умолчанию будет автоматически добавлен `Object`. Мы уже об этом говорили вскользь в *разд. 3.3.4*, а сейчас пришла пора обсудить эту тему основательно и заодно познакомиться с наследованием. Итак, два следующих объявления класса абсолютно идентичны:

```
class Person
{
}

class Person: System.Object
{
}
```

Во втором объявлении я специально указал полный путь к классу `Object`, включая пространство имен. На практике пространство имен писать не нужно, если оно у вас подключено к модулю с помощью оператора `using`.

За счет наследования любой класс в C# наследует методы класса `Object`:

- `Equals()` — сравнивает переданный в качестве параметра объект с самим собой и возвращает `true`, если объекты одинаковые. По умолчанию сравнение происходит по ссылке, т. е. результатом будет `true`, когда переданный объект является тем же самым объектом, что и текущий. Вы можете переопределить этот метод, чтобы он сравнивал не ссылку, а состояние объекта, т. е. возвращал `true`, если все свойства объектов идентичны;
- `GetHashCode()` — возвращает хеш-значение текущего объекта в памяти;
- `GetType()` — возвращает объект класса `System.Type`, по которому можно идентифицировать тип объекта;
- `ToString()` — превращает класс в строку;
- `Finalize()` — метод, который автоматически вызывается, когда объект уничтожается;
- `MemberwiseClone()` — создает и возвращает точную копию объекта.

Вы можете переопределять эти методы, чтобы наделить их своей функциональностью. Давайте создадим новое консольное приложение и будем тренироваться на нем, как на кошках. Я назвал свой проект `PersonClass`. Сразу же добавьте к проекту еще один файл, где мы будем описывать наш собственный класс `Person`. Для этого щелкните правой кнопкой на имени проекта в панели **Solution Explorer**, из контекстного меню выберите **Add | New Item**, в окне выбора типа файла выберите **Class** и укажите его имя: `Person`. Создав файл класса, добавим в него пару свойств и конструктор для удобства:

```
class Person
{
  public Person(string firstName, string lastName)
  {
    FirstName = firstName;
    LastName = lastName;
  }

  public string FirstName { get; set; }
  public string LastName { get; set; }
}
```

Класс объявляет два свойства: `FirstName` и `LastName` — для хранения имени и фамилии соответственно. Конструктор класса получает в качестве параметров строковые переменные, которые сохраняются в свойствах имени и фамилии соответственно, инициализируя их начальными значениями.

Теперь попробуем вызвать метод `ToString()`, который был унаследован от класса `Object`:

```
Person p = new Person("Михаил", "Фленов");
Console.WriteLine(p.ToString());
```

В результате этого на экране вы должны увидеть строку: **PersonClass.Person**. В нашем случае `PersonClass` — имя пространства имен, в котором объявлен класс (я просто его опускал ранее, когда показывал код), так что метод `ToString()` по умолчанию показывает полное имя класса.

Каждый раз, когда вы захотите представить класс в виде строки, вместо чего-либо вразумительного вы будете видеть его полное имя. Это далеко не всегда удобно, поэтому метод `ToString()` переопределяется программистами чаще всего.

3.9. Переопределение методов

Двинемся дальше и посмотрим на примере, как можно переопределять методы. Для того чтобы метод можно было переопределять, он должен быть объявлен в базовом классе с ключевым словом `virtual`. В C# большинство открытых методов позволяют переопределение в наследниках, в том числе и метод `ToString()`. Мы уже знаем, что по умолчанию он выведет полное имя текущего класса, но давайте сделаем так, чтобы он выводил на экран имя и фамилию человека, данные которого хранятся в классе.

Метод `ToString()` объявлен в классе `Object` следующим образом:

```
public virtual string ToString()
```

Информацию о том, как объявлен метод, можно найти в MSDN. Сокращенный вариант объявления можно увидеть во всплывающей подсказке, если поставить курсор на имя метода и нажать комбинацию клавиш <Ctrl>+<K>, <I>. Это значит, что в нашем классе `Person` мы можем переопределить метод следующим образом:

```
public override string ToString()
{
  return FirstName + " " + LastName;
}
```

Теперь метод возвращает содержимое свойств имени и фамилии через пробел.

Магическое слово `override` в объявлении метода говорит о том, что мы переопределяем метод, который был у предка с таким же именем. Если не написать такого слова, то компилятор выдаст ошибку и сообщит, что у предка класса `Person` уже

есть метод ToString(), и чтобы переопределить метод, нужно использовать ключевое слово override или new. У этих ключевых слов есть существенное различие. Слово override говорит о том, что мы хотим полностью переписать метод, а new — что мы создаем свою, независимую от предка, версию того же метода.

Давайте увидим это на примере. Допустим, что у нас есть следующий код:

```
Person p = new Person("Михаил", "Фленов");
Console.WriteLine(p.ToString());

Object o = p;
Console.WriteLine(o.ToString());
```

Сначала мы создаем объект Person и вызываем его метод ToString(), а потом присваиваем объект Person объекту класса Object и выводим его метод ToString(). Так как Object — это предок для Person, то операция присвоения пройдет на ура.

При первом вызове ToString() логика работы программы понятна — будет вызван наш метод, который мы переопределили в ToString(). А что выведет ToString() во втором случае, ведь мы вызываем его для класса Object, пусть и присвоили переменной класс Person? Вот тут уже все зависит от того, с каким ключевым словом мы переопределили метод. Если это было override, то, как бы мы ни обращались к методу ToString() (напрямую или через предка), будет вызван наш переопределенный метод.

Если мы используем ключевое слово new, то во втором случае будет выведено полное имя класса, т. е. будет вызван метод ToString() класса Object, несмотря на то, что в переменной находится объект класса Person. Ключевое слово new не перекрывает реализацию метода классов предков, и вы можете получить к ним доступ! И это очень важное различие.

Давайте переопределим еще один метод, который программисты переопределяют достаточно часто: Equals(). Этот метод должен возвращать true, если переданный в качестве параметра объект идентичен текущему. По умолчанию он сравнивает ссылки. Посмотрим на следующий пример:

```
Person p1 = new Person("Михаил", "Фленов");
Person p2 = new Person("Михаил", "Фленов");
Person p3 = p1;
Console.WriteLine(p1.Equals(p2));
Console.WriteLine(p1.Equals(p3));
```

Здесь объявлены три переменные класса Person. Первые две переменные имеют одинаковые значения свойств, но если их сравнить с помощью Equals(), то результатом будет false. Переменная p3 создается простым присваиванием из переменной p1, и вот если сравнить их с помощью Equals(), то в этом случае мы уже получим true. Еще бы, ведь обе переменные являются одним и тем же объектом, потому что p3 не инициализировалась, а ей было просто присвоено значение p1.

Давайте сделаем так, чтобы и в первом случае результат сравнения тоже был `true`.

```
public new bool Equals(Object obj)
{
  Person person = (Person)obj;
  return (FirstName == person.FirstName) &&
         (LastName == person.LastName);
}
```

В первой строке кода я присваиваю объект `obj` переменной класса `Person`. Это можно делать, и не вызовет проблем, если в переменной мы действительно будем передавать переменную класса `Person`.

Далее ключевое слово `return` говорит, что нужно вернуть значение. А что оно вернет? Вот тут интересно, потому что возвращает оно результат сравнения двух свойств, связанных с помощью операции `&&`. Символы `&&` говорят о том, что результатом операции будет `true`, если сравнение слева и сравнение справа равны `true`. Если хотя бы одно из сравнений равно `false`, то результатом будет `false`. Получается, что если оба свойства у объектов совпадают, то можно говорить, что объекты одинаковые, и будет возвращено `true`. Теперь код сравнения, который мы писали раньше для переменных `p1`, `p2` и `p3`, во всех случаях вернет `true`.

Почему я здесь использовал именно слово `new`, а не `override`? Просто я знаю, что мне может понадобиться метод сравнения предка, и я не хочу его переопределять полностью. Тут есть интересный трюк, которым я хочу с вами поделиться.

Давайте напишем в классе `Program` статичную функцию, которая будет сравнивать два объекта класса `Person`, и она должна нам сообщать, являются ли они одинаковыми по параметру (это возвращает наш метод `Equals()`) или одинаковыми абсолютно, т. е. являются одним объектом (это возвращает `Equals()` по умолчанию). Если бы `Equals()` была объявлена как `override`, то такой финт не прошел бы, а в случае с `new` все решается легко:

```
static string ComparePersons(Person person1, Person person2)
{
  bool equalParams = person1.Equals(person2);
  Object personobj = person1;
  bool fullEqual = personobj.Equals(person2);

  if (fullEqual)
    return "Абсолютно одинаковые объекты";
  if (equalParams)
    return "Одинаковые свойства объектов";

  return "Объекты разные";
}
```

Сначала мы сравниваем два объекта просто, и будет вызван переопределенный метод. Так мы узнаем, являются ли объекты одинаковыми по параметру. После этого присваиваем первую переменную переменной класса `Object`, и теперь будет вызван метод класса `Object()`.

3.10. Обращение к предку из класса

А что, если нам нужно написать метод в стиле `ComparePersons()`, но только внутри класса `Person`? Как внутри класса обращаться к предку? Тут есть очень хороший способ — ключевое слово `base`. Если `this` всегда указывает на объект текущего класса, то `base` указывает на предка. Вот как может выглядеть метод `ComparePersons()`, если его реализовать внутри класса `Person`:

```
class Person
{
  ...
  public string ComparePersons(Person person)
  {
    bool equalParams = Equals(person);
    bool fullEqual = base.Equals(person);
    if (fullEqual)
      return "Абсолютно одинаковые объекты";
    if (equalParams)
      return "Одинаковые свойства объектов";

    return "Объекты разные";
  }
}
```

В первой строке вызывается метод сравнения `Equals()`, который мы переопределили, а во второй строке с помощью ключевого слова `base` мы обращаемся к методу предка. Такой вариант выглядит красивее? На мой взгляд, да. Мало того, что сам код красивее, так еще и метод реализован внутри класса `Person`, где ему и место, чтобы сохранить логическую завершенность объекта.

У слова `base` есть одна интересная особенность — оно указывает на предка для текущего класса, и к нему нельзя обратиться, находясь в другом классе. И самое главное — ключевому слову `base` все равно, как мы переопределили метод. Это значит, что оно всегда вызовет метод `Equals()` предка, даже если мы переопределили его в своем классе с помощью `override`. Запомните эту интересную особенность.

> ***Примечание***
>
> Исходный код примера к этому разделу можно найти в папке *Source\Chapter3\PersonClass* сопровождающего книгу электронного архива (см. *приложение*).

3.11. Вложенные классы

Все это время мы объявляли классы непосредственно внутри пространства имен. Таким образом, мы создавали независимые классы. Но классы могут быть зависимыми, например, как показано в листинге 3.3.

Листинг 3.3. Вложенный класс

```
public class Shed
{
  // Здесь идут свойства и методы класса Shed

  public class Window
  {
    // Здесь идут свойства и методы класса Window

    public void ShutWindow()
    {
      // Код метода
    }
  }
  // объявляем переменную типа окна
  Window window = new Window();

  // превращаем переменную window в свойство
  public Window FrontWindow
  {
    get { return window; }
    set { window = value; }
  }
}
```

В этом примере мы объявили класс сарая, а внутри этого сарая объявлен другой класс `Window`, который будет реализовывать окно. Тут же в классе `Shed` я объявил переменную класса `Window`, написал код инициализации и даже превратил переменную в свойство, чтобы программист извне мог закрыть или открыть окно. Тут нужно заметить, что для того, чтобы переменную класса `Window` можно было превратить в свойство, класс должен быть объявлен как `public`, т. е. его спецификация должна быть открытой, иначе он не сможет быть свойством. Посмотрим теперь на пример использования:

```
Shed sh = new Shed();
sh.Window.ShutWindow();
```

Здесь создается объект класса `sh` и вызывается метод `ShutWindow()` окна, которое находится внутри сарая.

Когда класс объявлен внутри другого класса, он называется *вложенным* (nested) внутрь другого класса. Создавайте вложенные классы, если это реально необходимо, и если класс `Window` специфичен именно для этого сарая. Если вы захотите добавить такое же окно для другого класса — например, для машины, то придется писать класс заново, т. е. дублировать код. Если класс достаточно универсален, то лучше его объявить как независимый, чтобы его можно было использовать в других классах.

И вообще, если вкладывать классы друг в друга, то читаемость кода будет не очень хорошей, поэтому я в своей жизни создавал, может, пару вложенных классов, и в обоих случаях они были очень маленькими.

Пример из листинга 3.4 показывает, как сарай мог бы использовать независимый класс окна с тем же успехом.

Листинг 3.4. Решение задачи без использования вложенного класса

```
public class Window
{
  // Здесь идут свойства и методы класса Window
  public void ShutWindow()
  {
    // Код метода
  }
}
public class Shed
{
  // Здесь идут свойства и методы класса Shed

  Window window = new Window();
  public Window FrontWindow
  {
    get { return window; }
    set { window = value; }
  }
}
```

Если вложенный класс объявлен как `private`, то его экземпляр может создать только объект такого же класса или объект, родительский для него. При этом объект не будет виден наследникам от родительского (любым наследникам от класса `Window`). Объекты класса `protected` могут создаваться как родительским объектом, так и наследниками от родительского.

> ***Примечание***
>
> Исходный код примера к этому разделу можно найти в папке *Source\Chapter3\WestedClass* сопровождающего книгу электронного архива (см. *приложение*).

3.12. Область видимости

Нужно также понимать, что, помимо модификаторов доступа, есть и другие способы обеспечить видимость переменных внутри класса и функций. Посмотрите на следующий пример объявления класса (листинг 3.5).

Листинг 3.5. Область видимости переменной

```
using System;

class EasyCSharp
{
   int sum = 1, max = 5;

   public static void Main()
   {
     int i = 2;
     do
 {
  sum *= i;
  i++;
 } while (i <= max);
 Console.WriteLine(sum);
}
}
```

Этот класс рассчитывает факториал с помощью цикла `do...while`, но это сейчас не имеет значения. Нас больше интересует время жизни переменных. Переменные `sum` и `max` объявлены внутри класса, но вне функции `Main()`.

Если объявление переменной находится вне метода, но внутри класса, то она доступна любому методу класса, независимо от используемых модификаторов доступа.

Если переменная объявлена внутри метода, то она доступна с момента объявления и до соответствующей закрывающей фигурной скобки. После этого переменная становится недоступной. Что значит «до соответствующей закрывающей фигурной скобки»? Если переменная объявлена внутри метода, то она будет доступна до конца метода. Такой является переменная `i` в листинге 3.5.

Если переменная объявлена внутри цикла, то она видима только до конца этого цикла. Так, например, мы очень часто используем переменную `i` в качестве счетчика цикла:

```
for (int i = 0; i < 10; i++)
{
 // Код цикла
}
// здесь любой оператор за циклом
```

Как только завершится цикл, и управление программой уйдет за пределы закрывающей фигурной скобки цикла, т. е. на первый оператор за пределами цикла, переменные, объявленные внутри этого цикла, теряют свою актуальность и могут быть уничтожены сборщиком мусора.

Разрабатывая класс, я всегда устанавливаю его членам самый жесткий модификатор доступа `private`, при котором методы доступны только этому классу. Чтобы сделать член класса закрытым, вы можете не указывать перед методом или переменной модификатора доступа, потому что `private` используется по умолчанию.

В процессе программирования, если мне нужно получить доступ к методу класса родителя, из которого происходит мой класс, я в классе родителя перед нужным мне методом ставлю `protected`. Если нужно получить доступ к закрытому методу моего класса извне, то только тогда я повышаю уровень доступа к методу до `public`. Если метод не понадобился извне, то он остается `private` по умолчанию.

Если возникает необходимость получить доступ к переменной, которая находится в другом классе, то никогда нельзя напрямую открывать доступ к переменной внешним классам. Самая максимальная привилегия, которую можно назначать переменной, — `protected`, чтобы наследники могли с ней работать, но `public` — никогда. Доступ к переменным может быть предоставлен только превращением ее в свойство или с помощью написания отдельных открытых методов внутри класса, что примерно идентично организации свойства.

Да, вы можете для закрытой переменной класса создать методы в стиле `SetParamValue()` и `GetParamValue()`, которые будут безопасно возвращать значение закрытой переменной и устанавливать его. Это не нарушает принципы ООП, но я все же предпочитаю организовывать свойство и использовать пару ключевых слов `get` и `set`.

Для защиты данных иногда бывает необходимо запретить наследование от определенного класса, чтобы сторонний программист не смог создать наследника и воспользоваться преимуществом наследования с целью нарушить работу программы или получить доступ к членам классов, которые могут нарушить ее работу. Чтобы запретить наследование, нужно поставить перед объявлением класса ключевое слово `sealed`:

```
// объявление завершенного класса
sealed class Person
{
  // члены класса
}

// следующее объявление класса приведет к ошибке
public class MyPerson : Person
{
}
```

В этом примере наследование от `Person` запрещено, поэтому попытка создать от него наследника приведет к ошибке.

3.13. Ссылочные и простые типы данных

Мне постоянно приходится возвращаться к темам, которые мы уже ранее обсуждали. Я стараюсь вести рассказ постепенно, вводить новые понятия по мере усвоения старых и не забегать вперед, поэтому разговор иногда прерывается на уточнение изученного материала.

Теперь, когда мы узнали про различные переменные и классы, я хочу ввести два понятия: ссылочный тип данных и значения. Как мы уже знаем, переменная — это как бы имя какой-то области памяти, в которой хранятся данные. Существуют два типа переменных: переменные-ссылки и переменные-значения.

Приложение использует два вида памяти: стек и кучу. *Стек* — это область памяти, зарезервированная для программы, в которой программа может хранить какие-то значения определенного типа. Он построен по принципу стопки тарелок. Вы можете положить очередную тарелку (переменную) сверху стопки и можете снять тарелку (уничтожить) тоже только сверху стопки. Нельзя достать тарелку из середины или снизу, не снимая все вышележащие тарелки, но вы можете к ней прикоснуться (назначить переменной имя), дотронуться (прочитать значение) или нарисовать что-то маркером (изменить значение).

Куча — это большая область памяти, из которой вы можете запрашивать для программы фрагменты памяти большого размера и делать с ней что угодно, главное — не выходить за пределы запрошенной памяти, а за этим следит .NET. Если стек ограничен в размерах, то размер памяти кучи ограничен только размерами ресурсов компьютера. Именно ресурсов компьютера, а не оперативной памяти, потому что ОС может сбрасывать информацию на диск, освобождая память для хранения новой информации. Вы можете выделять память по мере надобности и освобождать ее, когда память не нужна.

Теперь посмотрим, где и как выделяется память для переменных. Для *простых типов* данных, таких как `int`, `bool`, `char`, размеры которых фиксированы, и система эти размеры знает, выделяется память в стеке. В ячейке памяти стека хранится непосредственно само значение.

Ссылочные типы создаются с помощью оператора `new`. В этот момент система выделяет память в куче для хранения объекта и выделяет память в стеке для хранения ссылки на область памяти в куче. Наша переменная представляет собой имя области памяти в стеке, и в этой области будет храниться только адрес области памяти в куче, где уже хранится сам объект.

Вот тут кроется очень интересная мысль, которую следует понять. Когда мы объявляем простую переменную, то для нее тут же готова память в стеке, и туда можно сохранить значение. Когда мы объявляем ссылочную переменную, в стеке выделяется память для хранения ссылки, но эта ссылка еще нулевая, и ее использование запрещено. Только когда ссылка будет проинициализирована с помощью `new`, и в куче будет выделена необходимая память, мы сможем использовать ссылочную переменную. А, вот для чего мы вызываем `new`!

В приложениях Win32 программистам приходится самим заботиться о выделении и уничтожении выделяемой памяти. В .NET вы должны думать только о выделении, а

платформа уже сама будет уничтожать память, когда она не используется. Но понимать разницу между ссылочными переменными и простыми все равно необходимо, чтобы вы лучше понимали, что происходит, когда вы используете оператор `new` и инициализируете объект.

3.14. Проверка класса объекта

Иногда бывает необходимо узнать, является ли объект экземпляром определенного класса. Такую проверку простым сравнением объекта и класса сделать невозможно. Для этого существует специализированное ключевое слово `is`:

```
Figure shape = new CircleFigure();
if (shape is CircleFigure)
  // Выполнить действие
```

В этом примере мы с помощью `is` проверяем, является ли объект `shape` классом `CircleFigure`. А он таковым является, несмотря на то, что переменная объявлена как `Figure`.

Тут же хочу показать вам еще одно ключевое слово — `as`, которое позволяет приводить типы классов. До этого, когда нужно было воспринимать один объект как объект другого класса, мы писали нужный класс в скобках. Например, в следующей строке кода я говорю, что объект `shape` надо воспринимать как `CircleFigure`:

```
CircleFigure circle = (CircleFigure)shape;
```

То же самое можно написать следующим образом:

```
Figure shape = new CircleFigure();
CircleFigure circle = shape as CircleFigure;
```

Ключевое слово `as` указывает на то, что объект `shape` нужно воспринимать как экземпляр класса `CircleFigure`, каким он и является на самом деле. Я больше предпочитаю ставить скобки перед классом, поэтому в книге вы редко будете видеть `as`, если вообще еще увидите.

3.15. Неявный тип данных *var*

Начиная с .NET Framework 3.5, появился новый оператор — `var` (от слова variable — переменная). С его помощью можно создавать переменные без явного указания типа данных. Некоторые программисты, услышав такое заявление, думают, что Microsoft добавила уязвимость, потому что все знают, что все в мире должно быть типизировано, иначе неизвестно, сколько нужно выделять памяти. Но .NET достаточно умный, чтобы определить тип данных по контексту инициализации.

Вы объявляете таким образом переменную, присваиваете ей значение, и платформа уже сама по контексту догадывается, какой нужно использовать тип:

```
var myVariable = 10;
```

Несмотря на то что мы явно не указали тип переменной `myVariable`, она все же автоматически станет числом, потому что компилятор способен догадаться об этом из контекста.

В .NET все же есть одно большое отличие от других интерпретируемых языков — тип данных в переменной, которая объявлена как `var`, не будет конвертирован автоматически в зависимости от контекста:

```
var numberVariable = 10;
var stringVariable = "Здесь будет строка";
```

Компилятор посмотрит на контекст и решит, что первая переменная явно число, и во время первого присвоения значения в переменную `numberVariable` будет зафиксировано, что здесь хранится число, а не что-либо другое.

А вот следующий код работать не будет:

```
var numberVariable = 10;
numberVariable = "Не сработает";
```

В первой строке здесь объявляется переменная, которой присваивается число. Тут даже глупому компьютеру понятно, что 10 — это целое число и тип данных будет, скорее всего, `Int`. Во второй строке происходит попытка записать в эту же переменную уже строку, но этот трюк не пройдет. Он сработает в JavaScript, PHP и многих (может быть, даже во всех, — я все языки не знаю) интерпретируемых языках, но не в .NET, потому что эта платформа требует строгой типизации, которая необходима для обеспечения безопасности.

Несмотря на то что оператор `var` очень соблазнительный и его так и хочется использовать везде, я очень не рекомендую этого делать. Это дело вкуса, но, на мой взгляд, такой код выглядит очень плохо и его тяжело читать. Например, посмотрите на следующую строку кода и скажите мне, какого типа будет переменная `Person`.

```
var Person = GetFirstPerson();
```

Я могу подозревать только, что есть какой-то класс `Person` и объект этого класса возвращает метод `GetFirstPerson()`. Но это лишь благодаря тому, что имя переменной и имя метода на это указывают. А очень часто можно увидеть такой код:

```
var i = Calculate();
```

И здесь уже, глядя на код, ничего сказать нельзя. Понять, что делает этот код, можно только, если в Visual Studio воспользоваться контекстными подсказками и посмотреть на реальный код метода `Calculate`, но это лишь указывает на то, что подобный код не очень хороший. Опять же, это мое личное мнение, и достаточно большое количество программистов нормально относятся к подобному. Я же считаю, что код должен читаться без необходимости смотреть на контекст.

Написать реальный тип переменной не так уж и сложно, поэтому я всегда это делаю. И использую `var` только тогда, когда это действительно нужно.

3.16. Абстрактные классы

Иногда может возникнуть необходимость создать класс, экземпляры которого нельзя создавать. Например, вы хотите объявить класс фигуры, который будет хранить такие значения, как левая и правая позиции фигуры на форме, и ее имя. Вы так же можете объявить метод `Draw()`, который будет рисовать фигуру:

```
abstract class Figure
{
  public int left { get; set; }
  public int top { get; set; }

  abstract public void Draw();
}
```

Ключевое слово `abstract` говорит о том, что нельзя создавать непосредственно объекты этого класса, и следующая строка кода завершится ошибкой:

```
Figure r1 = new Figure();
```

А зачем нужны абстрактные классы? Для того чтобы в них объявить какие-то свойства и методы, которые могут понадобиться в будущем другим классам. Например, в нашем случае можно создать два наследника: прямоугольник и круг, и возможная реализация этих классов показана в листинге 3.6.

Листинг 3.6. Наследование из абстрактного класса

```
class RectangleFigure : Figure
{
  public int Width { get; set; }
  public int Height { get; set; }

  public override void Draw()
  {
    Console.WriteLine("Это класс прямоугольника");
  }
}

class CircleFigure : Figure
{
  public int Radius { get; set; }

  public override void Draw()
  {
    Console.WriteLine("Это класс круга");
  }
}
```

Оба класса происходят от класса `Figure` (наследуют его), и мы можем создавать их объекты. Я скажу больше: мы можем создавать их как переменные класса `Figure`:

```
Figure rect;
rect = new RectangleFigure();
rect.Draw();

rect = new CircleFigure();
rect.Draw();
```

В этом примере объявляется переменная типа `rect`. Я специально объявил переменную в отдельной строке. Несмотря на то, что класс `Figure` абстрактный, мы можем объявлять переменные такого типа, но не можем инициализировать их как `Figure`. Зато мы можем инициализировать эту переменную классом потока, что и происходит во второй строке.

Несмотря на то что переменная объявлена как `Figure`, в ней реально хранится `RectangleFigure`. Мы можем вызвать метод `Draw()` и убедиться, что в консоли появится сообщение, которое вызывает метод `Draw()` класса `RectangleFigure`. При этом мы не должны писать что-либо в скобках перед именем переменной `rect`, чтобы сказать, что перед нами класс `RectangleFigure`. Почему? Потому что у `Figure` есть метод `Draw()`, а благодаря полиморфизму и тому, что при переопределении мы использовали слово `override`, будет вызван метод именно того класса, которым проинициализирована переменная.

После этого той же переменной присваивается экземпляр класса `CircleFigure`. Он тоже является наследником фигуры, поэтому операция вполне легальна. Если теперь вызвать метод `Draw()`, то на этот раз вызовется одноименный метод круга. Магия полиморфизма в действии!

Вот если бы класс `Figure` не содержал метода `Draw()`, нам пришлось бы явно говорить компилятору, что перед нами класс `RectangleFigure`, и можно использовать приведение типов:

```
(rect as RectangleFigure).Draw();
```

Когда мы пишем базовый класс и знаем, что всем наследникам понадобится какой-то метод (рисования, расчета площади или еще чего-нибудь), мы можем в базовом классе задать метод, но не реализовывать его. А вот наследники должны уже реализовать этот метод каждый по-своему. В предыдущем примере, благодаря тому, что в базовом классе объявлен метод `Draw()`, мы можем вызывать этот метод одинаково как для круга, так и для прямоугольника, а в зависимости от того, какого класса объект находится в переменной, такой метод и будет вызван.

Если хорошо подумать, то возникают два вопроса: зачем в предке писать реализацию метода, когда он все равно должен быть переопределен в потомке, и как заставить потом переопределять метод. Когда есть возможность реализовать какой-то код по умолчанию, то его можно реализовать в предке, а наследники будут наследовать его и, если необходимо, переопределять. А вот когда наследник просто обязан переопределить метод, то метод можно сделать абстрактным.

В случае с нашим примером: что рисовать в методе `Draw()` класса `Figure`, когда мы не знаем, что это за фигура и какие у нее размеры? Метод `Draw()` тут бесполезен, и что-то в нем нереально, поэтому здесь желательно объявить метод как абстрактный:

```
abstract public void Draw();
```

Перед объявлением метода появилось слово `abstract`, а реализации тела метода нет вообще. Даже фигурные скобки отсутствуют. Теперь любой класс-потомок должен реализовать этот метод или должен быть тоже абстрактным, иначе компилятор выдаст ошибку.

Попробуйте создать проект с кодом наших фигур и объявить метод `Draw()` абстрактным. Теперь уберите реализацию метода `Draw()` из класса круга, и вы получите ошибку компиляции, — или реализуйте метод, или сделайте круг абстрактным. Можно выбрать второе, но тогда мы не сможем сделать экземпляры класса круга! Но мы можем создать наследника от круга `SuperCircle` и реализовать метод `Draw()` там, и тогда `SuperCircle` может быть не абстрактным, и его экземпляры можно будет создавать.

Если у класса есть хотя бы один абстрактный метод или хотя бы один из абстрактных методов, унаследованных от предка и не реализованных, то такой класс должен быть абстрактным.

3.17. Инициализация свойств

Во время создания объекта очень часто требуется задать множество свойств. Например, объект класса `Person` будет нуждаться в задании основных свойств, таких как имя, фамилия, дата рождения и т. д:

```
Person person = new Person();
person.FirstName = "Михаил";
person.LastName = "Фленов";
person.City = "Торонто";
person.Country = "Канада";
```

Можно создать конструктор, который будет принимать все нужные нам параметры и сразу же инициализировать, и я подобные подходы уже видел не раз, особенно в коде, написанном под первые версии .NET. Иногда это бывает правильным решением, но я не люблю, когда приходится передавать более трех параметров. Уж лучше потом задавать свойства, каждое в отдельности, как в только что приведенном примере.

Но в .NET появился способ сделать инициализацию немного проще, указав все свойства в фигурных скобках сразу после создания объекта:

```
Person person = new Person() {
FirstName = "Михаил",
LastName = "Фленов",
```

```
City = "Торонто",
Country = "Канада"
}
```

В чем смысл, брат? Наверное, такой вопрос зародился у вас, потому что с точки зрения компактности мы практически ничего не выиграли, — все так же нужно писать большое количество имен свойств и задавать им значения. Смысл в том, что все это один оператор.

Допустим, нам нужно создать объект и передать его в метод. И вот тут компактный способ инициализации подходит просто великолепно:

```
MethodCall(
   new Person() {
     FirstName = "Михаил",
     LastName = "Фленов",
     City = "Торонто",
     Country = "Канада"
   }
);
```

Здесь я проинициализировал и передал новый объект методу `MethodCall` в один подход.

3.18. Частицы класса

При проектировании классов их нужно создавать такими, чтобы они выполняли только одну задачу. Если следовать этому простому правилу, ваши классы будут небольшими и легко читаться в одном файле.

Но бывают редкие случаи, когда мы должны добавить один метод к уже определенному классу, или когда код содержит два ярко выраженных кода.

Ко второму случаю я отношу классы, которые будут содержать работу с визуальным интерфейсом. В случае с визуальным интерфейсом очень удобно для одного класса создать два файла с исходным кодом. В одном из файлов будет код создания визуального окна и компонентов, а во втором файле — код, реагирующий на различные события: нажатия кнопок, выбор меню и т. д.

Такое можно реализовать через частичные (`partial`) классы. Давайте создадим класс `MyForm` с одним методом в файле `MyForm.cs`:

```
public partial class MyForm {
   void Method1() {
   }
}
```

А еще часть класса может находиться совершенно в другом файле — например, `MyFormEvents.cs`:

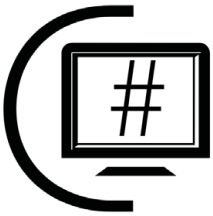
```
public partial class MyForm {
   void Method2() {
   }
}
```

Теперь оба метода: `Method1` и `Method2` — являются частью одного класса `MyForm`. Если теперь создать экземпляр класса `MyForm`, то мы можем задействовать оба метода:

```
MyForm form = new MyForm();
form.Method1();
form.Method2();
```

Несмотря на то что методы были объявлены в разных файлах, они — часть одного целого класса, и мы их можем использовать так же, как будто никакого разделения на файлы не было.

ГЛАВА 4



Консольные приложения

Большинство читателей, наверное, уже очень сильно хотят приступить к созданию интересных программ. Но я все же рекомендую вам потратить еще немного времени и изучить консольный мир чуть ближе, потому что он тоже интересен и может заворожить вас своей простотой и конкретностью.

Зачем нужна консоль в нашем мире визуальности? Некоторые считают, что консоль должна умереть, как пережиток прошлого. Она была необходима, когда компьютеры были слабенькими и не могли потянуть сложные и насыщенные графикой задачи. Зачем же снова возвращаться к текстовым командам, разве что лишь в целях обучения?

Причин, почему в компьютерах до сих пор широко используется консоль, есть множество, и самая главная из них — это сеть. Консольные программы выполняются в текстовом режиме, и с ними очень удобно работать, когда администратор подключается к серверу удаленно через программы текстового терминала. В таких случаях у администратора есть только командная строка и нет графического интерфейса.

Чтобы получить графический интерфейс при подключении к удаленному серверу, необходимо намного больше трафика и намного больше ресурсов, поэтому командная строка до сих пор жива и даже развивается. Так, в Windows Server 2008 появилась командная оболочка PowerShell, которая позволяет из командной строки выполнять практически любые манипуляции с системой. Эта же оболочка доступна и для Windows 7/8/10, только скачивать и устанавливать ее придется отдельно.

Последние 12 лет я в основном работаю с веб-приложениями, но при этом мне регулярно приходится взаимодействовать с консолью. Например, если кто-то на сайте покупает товар, то после покупки, скорее всего, будет задействовано много консольных программ, которые по расписанию выполняют запросы к базе данных, чтобы найти все новые заказы, выгрузить и перенаправить заказы на склад, чтобы там начали собирать продукт. Очень часто консольные приложения занимаются и отправкой почты.

Еще одна причина, по которой эта глава необходима начинающим именно сейчас, — она сгладит переход от основ, которые мы изучали до этого, к более сложным примерам.

В *разд. 1.3.1* мы уже попробовали создать простое консольное приложение, и я тогда отметил, что приложения для .NET Core и .NET 5 (которые выполняются на любой платформе) и консольные приложения для Windows идентичны. Сейчас, наверное, уже имеет смысл писать больше приложений .NET 5, потому что их можно будет выполнить также на Linux или macOS.

Как уже отмечалось в *предисловии*, в четвертое издание книги я добавил материал по работе с .NET Core, поэтому все исходники для этой главы были переписаны с использованием шаблона консольного приложения .NET Core. Позднее Microsoft поменяла название фреймворка на .NET 5, но это все еще потомок версии Core. Именно такое приложение мы и создавали в *разд. 1.3.1*. Исходные коды для .NET Framework тоже никуда не делись, и вы их можете найти в электронном архиве, сопровождающем книгу. Для этого в электронный архив материалов *главы 4* включены две папки:

- Sources/Chapter4 — исходные коды для .NET Framework;
- Sources/Chapter4.Core — исходные коды для версии .NET 5, которые работают идентично ее предшественнику .NET Core.

Если вы сравните эти исходные коды, то увидите, что они практически идентичны, поэтому в следующих далее примечаниях про электронный архив упоминается только папка Chapter4.

4.1. Украшение консоли

Консоль в Windows — это класс `Console` определенного типа окна, и у него есть несколько свойств, которые позволяют управлять этим окном и параметрами текста в нем. Давайте посмотрим на свойства, которые вы можете изменять для настройки консоли, оформления и просто для работы с ней.

Наверное, самое популярное оформительское свойство — это цвет текста: `ForegroundColor`. Тут нужно заметить, что почти везде цвет в .NET описывается классом `Color`, но в консоли цвет в виде исключения описан как `ConsoleColor`. И если `Color` — это класс, то `ConsoleColor` — это перечисление (объявлено в системе как `public enum ConsoleColor`), которое содержит не так уж и много цветов, но вполне достаточно.

Чтобы узнать, какие цвета доступны, можно открыть MSDN, а можно в редакторе кода набрать `ConsoleColor` и нажать клавишу с точкой (без пробелов). В ответ должен появиться выпадающий список с доступными значениями (рис. 4.1). Если выпадающий список не появился, попробуйте поставить курсор сразу за точкой и нажать комбинацию клавиш <Ctrl>+<Пробел>.

Следующая строка показывает, как можно изменить цвет текста в консоли на зеленый:

```
Console.ForegroundColor = ConsoleColor.Green;
```

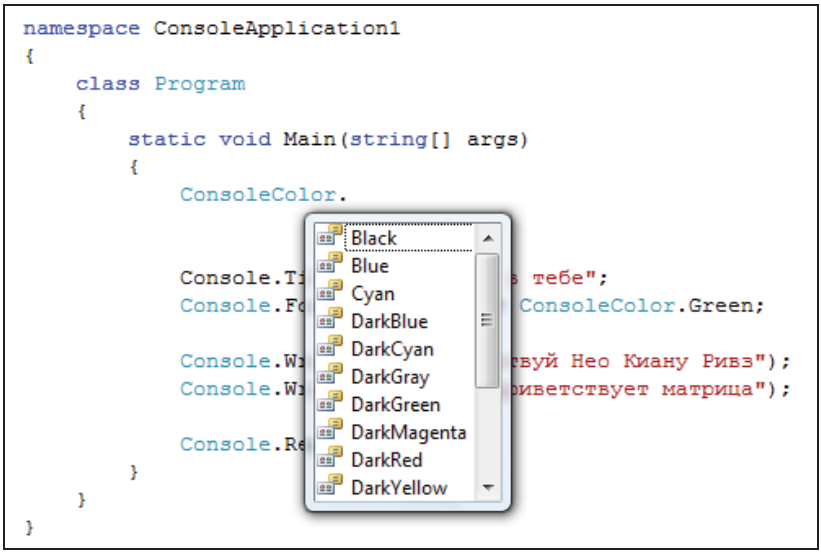


Рис. 4.1. Выпадающий список с возможными значениями `ConsoleColor` в редакторе кода

Тут нужно отметить, что цвет текста уже выведенных в консоль сообщений не изменится. В новых цветах засияет только весь последующий текст, который вы будете вводить в консоль. Например:

```
// меняю цвет текста на зеленый
Console.ForegroundColor = ConsoleColor.Green;
// следующие две строки текста будут зелеными
Console.WriteLine("Здравствуй, Нео Киану Ривз.");
Console.WriteLine("Тебя приветствует матрица!");
// меняю цвет текста на красный
Console.ForegroundColor = ConsoleColor.Red;
// следующие две строки текста будут красными
Console.WriteLine("Здравствуй, Тринити.");
Console.WriteLine("Признавайся, где Морфеус!");
```

На рис. 4.2 показан результат работы программы. Черно-белая печать не сможет передать всей красоты примера, но все же вы должны заметить, что первые две строки отличаются по цвету от последних двух.

Следующее свойство: `BackgroundColor` — определяет цвет фона, на котором выводится текст, и имеет тип `ConsoleColor`. Обратите внимание, что изменяется цвет фона только под текстом, а не всего окна консоли. Если в предыдущем примере надо между зеленым и красным текстом изменить цвет фона на желтый, то следует написать так:

```
Console.BackgroundColor = ConsoleColor.Yellow;
```

А что, если вы захотите изменить цвет всего окна? Это возможно, просто после изменения цвета фона нужно очистить окно консоли, для чего используется метод

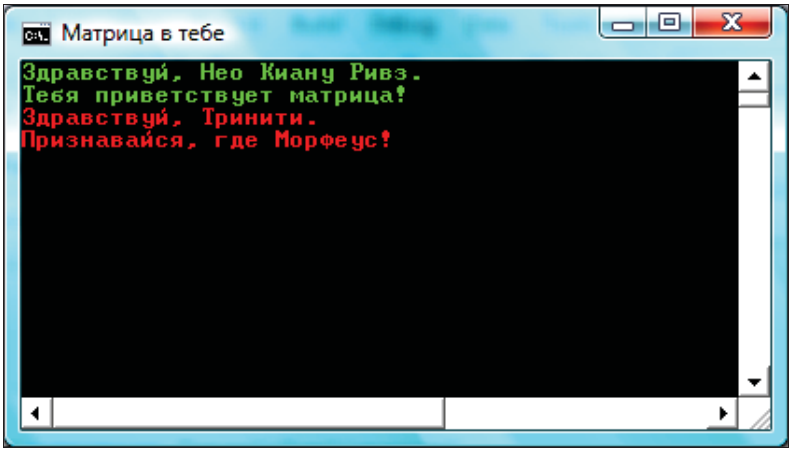


Рис. 4.2. Эффект изменения цвета текста

`Clear()`. Например, следующий пример изменяет цвет фона текста на белый и очищает консоль:

```
Console.BackgroundColor = ConsoleColor.White;
Console.Clear();
```

Свойство `CapsLock` имеет тип `bool` и возвращает `true`, если нажата клавиша <Caps Lock>. Это свойство только для чтения, поэтому вы можете не пытаться изменить его, — ничего, кроме ошибки компиляции, не увидите. Следующие две строки кода проверяют, нажата ли клавиша <Caps Lock>, и если да, то выводится соответствующее сообщение:

```
if (Console.CapsLock)
  Console.WriteLine("Отключите <Caps Lock>.");
```

Свойство `NumberLock` позволяет определить, нажата ли клавиша <Num Lock> в текущий момент. Если свойство вернет `true`, то клавиша нажата.

> ***Примечание***
>
> Исходный код примера к этому разделу можно найти в папке *Source\Chapter4\Configure* сопровождающего книгу электронного архива (см. *приложение*).

4.2. Работа с буфером консоли

Если вы думаете, что консоль — это просто текстовое окно, в которое можно лишь последовательно выводить информацию, то вы ошибаетесь. Консоль — это целый буфер с памятью, куда данные могут выводиться даже хаотично. Вы можете переводить курсор по буферу, а также создавать что-то типа ASCII-графики. Я в такой графике не силен, поэтому не смогу вам показать супер-мега-примеры, но постараюсь сделать что-то интересное.

Обратите внимание, что когда окно консоли запущено, то справа появляется полоса прокрутки. Это потому, что буфер строк по умолчанию очень большой и рассчитан

на 300 строк. Буфер колонок (символов в ширину) предусматривает всего 80 символов, поэтому горизонтальной прокрутки нет. Но если уменьшить окно, то появится и горизонтальная полоса прокрутки. Чтобы узнать размеры буфера, можно воспользоваться свойствами: `BufferHeight` (высота буфера) и `BufferWidth` (ширина буфера) класса `Console`. Оба значения возвращают количество символов соответствующего буфера.

С помощью свойств `CursorLeft` и `CursorTop` вы можете узнать или изменить позицию курсора относительно левой и верхней границ буфера соответственно. Давайте посмотрим на пример, который выводит приблизительно в центре окна (если оно имеет размеры по умолчанию) названия допустимых к использованию в консоли цветов:

```
ConsoleColor[] colors = { ConsoleColor.Blue, ConsoleColor.Red,
      ConsoleColor.White, ConsoleColor.Yellow };
foreach (ConsoleColor color in colors)
{
  Console.CursorLeft =
     (Console.BufferWidth - color.ToString().Length) / 2;
  Console.CursorTop = 10;
  Console.ForegroundColor = color;
  Console.WriteLine(color);
  Thread.Sleep(1000);
  Console.Clear();
}
```

Этот очень интересный пример красив не только тем, что он отображает, но и тем, что и как он это делает. Перед циклом создается массив из нескольких значений цветов, доступных для консоли. Затем запускается цикл `foreach`, который просматривает весь этот массив. В принципе, то же самое и даже круче можно было бы сделать в одну строку, но просто не хочется сейчас обсуждать вопросы, выходящие за рамки главы. Впрочем, если вам это интересно, то следующая строка кода запустит цикл, который переберет абсолютно все значения цветов из перечисления `ConsoleColor`:

```
foreach (ConsoleColor color in
   Enum.GetValues(typeof(ConsoleColor)))
```

Но вернемся к предыдущему примеру. Внутри цикла в первой строке я устанавливаю левую позицию так, чтобы сообщение выводилось посередине окна. Для этого из ширины буфера вычитается ширина строки с именем цвета и делится пополам. Тут самое интересное — процесс определения размера имени цвета. Цвет у нас имеет тип `ConsoleColor`, но если вызвать метод `ToString()`, то мы получаем имя цвета в виде строки. А вот у строки есть свойство `Length`, в котором находится размер строки. В качестве отступа сверху выбираем 10 символов. У меня это примерно середина окна, если его размеры не трогать.

Теперь можно изменить цвет текста на текущий, чтобы мы визуально заметили это, и вывести его название. Обратите внимание, что консольному методу `WriteLine()` передается переменная `color`, которая имеет тип `ConsoleColor`, и мы не вызываем

явно метод `ToString()`. Дело в том, что если нужно привести тип к строке, то метод `ToString()` вызывается автоматически.

После вывода текста в консоль вызывается строка `Thread.Sleep(1000)`. Пока что не будем углубляться в ее разбор, а только запомним, что она устанавливает задержку на количество миллисекунд, указанных в круглых скобках. В одной секунде 1000 миллисекунд, а значит, наш код сделает задержку в секунду. Запомнили? Закрепили? Поехали дальше.

В .NET Core нет класса `Thread`, и там эту строку нужно заменить на:

```
System.Threading.Tasks.Task.Delay(1000).Wait();
```

Последняя строка вызывает метод `Clear()`, чтобы очистить консоль. Для чего это нужно? Дело в том, что если название следующего выводимого в центре экрана цвета окажется короче предыдущего, то оно не сможет его затереть, и все символы и остатки старого названия останутся. Попробуйте убрать эту строку и запустить пример, чтобы убедиться в его необходимости.

> ***Примечание***
>
> Исходный код примера к этому разделу можно найти в папке *Source\Chapter4\ConsoleBuffer* сопровождающего книгу электронного архива (см. *приложение*).

4.3. Окно консоли

Свойство `Title` класса `Console` — текстовая строка, которая отображает заголовок окна. Вы можете изменять его по своему желанию. Следующая строка кода программно изменяет заголовок окна консоли:

```
Console.Title = "Матрица в тебе";
```

Свойства `WindowHeight` и `WindowWidth` позволяют задать высоту и ширину окна соответственно. Значения задаются в символах и зависят от разрешения экрана. Для моего монитора с разрешением 1280×1024 максимальной высотой оказалось число 81. Если указать большее число, то команда завершается ошибкой, поэтому нужно или отлавливать исключительные ситуации, чего мы пока делать не умеем, или не наглеть. Я предпочитаю вообще не трогать размеры окна, чтобы не поймать лишнюю исключительную ситуацию. Хотя на самом деле я очень редко пишу консольные программы.

Свойства `WindowLeft` и `WindowTop` позволяют задать левую и верхнюю позиции окна относительно экранного буфера. Тут нужно быть внимательным, потому что это не позиция окна на рабочем столе, а позиция в экранном буфере. Изменяя эту позицию, вы как бы программно производите прокрутку.

4.4. Запись в консоль

Пока что самый популярный метод в этой книге, который мы применяли уже множество раз, но скоро перестанем (потому что перейдем к использованию визуального интерфейса), — `WriteLine()`. Метод умеет выводить на экран текстовую стро-

ку, которая передается в качестве параметра. Мы чаще всего передавали одну строку — по крайней мере, я старался делать так, чтобы не загружать вам голову лишней информацией. Сейчас настало время немного напрячься, тем более что у нас уже достаточно знаний, чтобы этот процесс прошел максимально плавно и безболезненно.

Итак, что же такого интересного в методе `WriteLine()`? Дело в том, что существует аж 19 перегруженных вариантов этого метода, — на все случаи жизни. Большинство из них — это просто вариации на тему типа данных, получаемых в параметре. Метод может принимать числа, булевы значения и т. д., переводить их в строку и выводить в окно консоли. В общем-то, ничего сложного, но есть один вариант метода, который заслуживает отдельного упоминания, и мы сейчас предоставим ему такую честь.

Вот несколько вариантов метода, которые будут нас интересовать:

```
WriteLine(String, Object);
WriteLine(String, Object, ...);
WriteLine(String, Object[]);
```

Во всех приведенных здесь вариантах метода первый параметр — это строка форматирования. Что это такое? Это просто текст, внутри которого могут быть указаны определенные места, в которые нужно вставить некие аргументы. Эти места указываются в виде `{XXX}`, где `XXX` — это, опять же, не фильм с Вином Дизелем, а номер аргумента. Сами аргументы передаются во втором, третьем и т. д. параметрах. Например, посмотрим на следующую строку:

```
Console.WriteLine("Хлеб стоит = {0} рублей", 25);
```

В первом параметре указана строка, в которой есть ссылка на нулевой аргумент — `{0}`. Нулевой аргумент — это второй параметр, а значит, мы увидим в результате на экране: `Хлеб стоит = 25 рублей`.

В строке форматирования вы можете использовать специальные символы форматирования, например:

- `\n` — переход на новую строку;
- `\r` — переход в начало строки.

Так, следующая команда выводит с помощью одного метода сразу две строки. Специальный символ `\n` будет заменен на переход на новую строку:

```
Console.WriteLine("Строка 1\n Строка 2");
```

Еще усложним задачу и выведем одной командой два числа — каждое в своей строке:

```
Console.WriteLine("Это число {0}\nЭто еще число {1}", 10, 12);
```

В результате в консоли будет:

```
Это число 10
Это еще число 12
```

Когда аргументов много, то их удобнее передавать через массив. Следующий пример выполняет почти такую же задачу, что и предыдущая строка, только все аргументы группируются в массив и передаются во втором параметре:

```
Console.WriteLine(
  "Это число {0}\nДругое число {1}\nИ снова первое число {0}",
  new Object[] { 3, 4 }
);
```

Есть еще более интересный метод форматирования: `{XXX:F}`, где `XXX` — это все тот же индекс аргумента, а `F` — символ форматирования, который может быть одним из следующих:

- `c` — аргумент является денежной единицей. Следующий код:

  ```
  Console.WriteLine("Хлеб стоит {0:c}", 25);
  ```

  для русских региональных настроек ОС Windows выведет на экран: `Хлеб стоит 25,00р`. Как видите, система сама добавила дробную часть для копеек и сокращение денежной единицы.

  По умолчанию система будет выводить деньги в формате, который указан в свойствах системы (**Панель управления | Язык и региональные стандарты**). Но вы можете управлять количеством нулей после запятой. Если вы хотите работать с банковской точностью (в банках и курсах валют очень часто используют четыре знака после запятой), то после буквы `c` укажите необходимое количество символов после запятой. Например, следующий пример отобразит цену хлеба с 4-мя символами после запятой:

  ```
  Console.WriteLine("Хлеб стоит {0:c4} ", 25);
  ```

- `d` — аргумент является простым десятичным числом. После символа форматирования можно указать минимальное количество символов, которые должны быть напечатаны. Недостающие символы будут добавлены нулями. Код:

  ```
  Console.WriteLine("Хлеб стоит {0:d5}", 25);
  ```

  даст в результате `00025`;

- `f` — выводит аргумент с определенным количеством символов после запятой. Код:

  ```
  Console.WriteLine("Хлеб стоит = {0:f3}", 25.4);
  ```

  выведет на экран `25,400`;

- `n` — группирует числа по разрядам. Например, если формат `{0:n}` применить к числу `25000`, то на выходе мы получим `25 000`;

- `e` — аргумент должен быть выведен в экспоненциальном виде;

- `x` — выводит значение аргумента в шестнадцатеричном формате.

Для вывода информации в консоль есть еще один метод: `Write()`. Он отличается от `WriteLine()` только тем, что после вывода в консоль не переводит текущую позицию ввода на новую строку. То есть, два следующих вызова абсолютно идентичны:

```
Console.Write("Строка" + "\n");
Console.WriteLine("Строка");
```

В первом случае я добавил переход на новую строку явно с помощью символа `\n`, а во втором случае он будет добавлен автоматически.

> ***Примечание***
>
> Исходный код примера к этому разделу можно найти в папке *Source\Chapter4\ ConsoleMethods* сопровождающего книгу электронного архива (см. *приложение*).

4.5. Чтение данных из консоли

Для чтения из консоли существуют два метода: `Read()` и `ReadLine()`. Первый метод читает данные посимвольно, т. е. при обращении к методу он возвращает очередной символ из потока ввода, по умолчанию — из окна консоли.

Все это выглядит следующим образом. Когда пользователь вводит строку в консоль и нажимает клавишу <Enter>, то метод возвращает код первого из введенных символов. Второй вызов метода вернет код второго символа. И так далее. Обратите внимание, что метод возвращает числовой код, а не символ в виде типа данных `char`. Чтобы получить символ, нужно конвертировать число в тип данных `char`. Давайте посмотрим на использование метода на примере:

```
char ch;
do
{
  int x = Console.Read();    // чтение очередного символа
  ch = Convert.ToChar(x);    // конвертирование в тип char
  Console.WriteLine(ch);     // вывод символа в отдельной строке
} while (ch != 'q');
```

Здесь запускается цикл `do...while`, который будет выполняться, пока пользователь не введет символ `q`. Внутри цикла первой строкой вызывается метод `Read()`, который читает символы из входного потока. В этот момент программа застынет в ожидании ввода со стороны пользователя. Когда пользователь введет строку и нажмет клавишу <Enter>, строка попадет в определенный буфер, и из него уже по одному символу будет читаться в нашем цикле с помощью метода `Read()`.

Следующей строкой кода мы конвертируем код прочитанного символа непосредственно в символ. Это осуществляет класс `Convert`, имеющий статичный метод `ToChar()`. Этот метод умеет легким движением процессора превращать индекс символа в символ, который и возвращается в качестве результата. Далее мы выводим прочитанное на экран в отдельной строке, и если прочитанный символ не является буквой `q`, то цикл продолжается.

Тут нужно заметить, что выполнение программы прервется не только после того, как пользователь введет отдельно стоящую букву `q`, а после любого слова, в котором есть эта буква. То есть, после ввода слова `faq` программа выведет два первых его символа и, увидев `q`, завершит выполнение цикла.

Запустите программу и введите какое-нибудь слово. По нажатию клавиши <Enter> программа выведет все буквы введенной фразы — каждую в отдельной строке, и в конце добавит еще две строки. Откуда они взялись? Дело в том, что в ОС Windows нажатие клавиши <Enter> состоит аж из двух символов — с кодами 13 и 10 (именно в такой последовательности они будут добавлены в конец передаваемого программе буфера): конец строки и возврат каретки. Они невидимы, но при разборе строки посимвольно эти символы будут видны программе. Забегая вперед, скажу, что метод `WriteLine()` не видит этих символов.

Чтобы избавиться от пустых строчек из-за невидимых символов, можно добавить:

```
if (x != 10 && x != 13)
  Console.WriteLine(ch);
```

Кстати, символ с кодом 13 на самом деле соответствует специальному символу `\n`, а символ с кодом 10 соответствует `\r`. Мы уже использовали такие символы в этой главе ранее, когда нужно было добавить в середину строки разрыв.

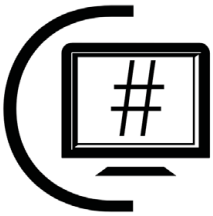
Метод `ReadLine()` тоже читает данные из входного буфера, но он возвращает буфер в виде строки целиком. Следующий пример показывает, как можно читать данные из консоли, пока пользователь не введет букву `q`:

```
string str;
do
{
  str = Console.ReadLine();
  Console.WriteLine(str);
} while (str != "q");
```

На этот раз для выхода вам нужно ввести в строке только `q` и ничего больше, потому что для выхода из цикла мы ищем не просто символ `q` во введенной строке, а сравниваем полученную строку целиком с буквой `q`.

> ***Примечание***
>
> Исходный код примера к этому разделу можно найти в папке *Source\Chapter4\ConsoleRead* сопровождающего книгу электронного архива (см. *приложение*).

ГЛАВА 5



Продвинутое программирование

Когда мы с вами изучали основы, мне пришлось опустить очень много интересных вопросов, потому что мы тогда еще не знали, что такое *классы*. Сейчас мы сможем погрузиться в изучение C# и программирование под платформу .NET на более интересных примерах.

В этой главе я часто буду использовать при объявлении переменных префиксы — первая буква имени будет указывать на тип данных переменной. В реальных проектах я так не делаю, но в книге это имеет смысл ради большего удобства и ясности.

5.1. Приведение и преобразование типов

Мы уже немного познакомились с приведением и преобразованием типов, а сейчас настало время свести все знания в одно целое. Приведение типов бывает явным и неявным. При *неявном* мы просто обращаемся к переменной, а она приводится к другому типу. Например:

```
int i = 10;
object obj = i;
```

В первой строке мы создаем числовую переменную, а во второй строке объектной переменной `obj` присваивается значение числовой переменной. Процедура превращения одной переменной в другую происходит автоматически и незаметно для глаза программиста, когда нет потери данных. На самом деле тут даже нет никакого преобразования, это просто магия объектно-ориентированного программирования.

В C# все типы данных — это *объекты*, но если и числа всегда обрабатывать как объекты, то это будет очень дорого для платформы. Простые типы данных, такие как числа или логические переменные, обрабатываются специальным образом. Они могут восприниматься компилятором как простые типы данных, но как только мы обращаемся к ним как к объекту, они воспринимаются платформой как объекты. Этот процесс называется упаковкой (boxing) и распаковкой (unboxing). Более подробно об этом рассказано в *разд. 5.2*.

Пока же отметим, что *упаковка* — это помещение простого типа в обертку объекта, после чего вы можете работать с этим числом как с объектом. Я рассматриваю этот процесс сейчас, потому что отчасти это можно отнести к преобразованию.

Неявного преобразования в C# практически нет — везде нужны явные действия, иначе компилятор начнет «ругаться». Там, где вам кажется, что происходит неявное преобразование, чаще всего просто используется какой-то перегруженный метод.

Самый распространенный способ приведения типов — написать перед переменной в скобках имя нового типа. Например:

```
int c = (int)obj;
```

Это именно *приведение* типов, потому что тут не происходит преобразования объекта `obj` в числовую переменную. Приведение типов — это когда в переменной хранится число, но нам передали его в виде объекта `object`. Приведением мы просто показываем, что в объектной переменной на самом деле хранится число. При этом не происходит никакого преобразования значения переменной из одного в другой — для приведенного примера это как раз и называется *распаковкой*.

Если в `obj` будет находиться не число, то произойдет ошибка. То есть мы должны быть уверены, что переменная имеет нужный нам тип, а с помощью типа данных в скобках мы просто говорим компилятору, чтобы он воспринимал `obj` как число.

Если нужно выполнить именно *преобразование*, то можно использовать класс `Convert`. Этот класс содержит множество статичных методов для различных типов данных. Например, если вы хотите превратить какую-то переменную в тип даты и времени `DateTime`, то нужно использовать метод `ToDateTime()`:

```
Тип_Данных переменная;
DateTime dt = Convert.ToDateTime(переменная);
```

Что принимает этот метод? У него 18 разных перегруженных вариантов для 18 различных типов, поэтому он может принимать логические значения, числа, строки и т. д., и он будет пытаться любой из этих типов привести к типу `DateTime`.

Если нам нужно привести что-либо к строке `string`, то на этот случай класс `Convert` имеет метод `ToString()`, у которого тоже есть 18 перегруженных вариантов. Как вы думаете, какой метод будет использоваться для конвертирования в число `Int32`? Конечно же, `ToInt32()`.

Класс `Convert` и его методы не просто указывают, что нужно использовать какую-то переменную как какой-то тип данных (приведение), — они выполняют именно преобразование. А это уже более мощный механизм. Есть еще один способ преобразования, но его мы рассмотрим в *разд. 5.2*.

На самом деле приводить к строке любой тип данных проще всего. Дело в том, что у класса `Object` есть метод `ToString()`, который возвращает объект в виде строки. А раз он есть у `Object`, значит, есть и у всех остальных классов, потому что все классы обязательно содержат среди предков класс `Object`. Большинство классов

переопределяют этот метод, чтобы он возвращал нормальное значение для того или иного типа. Если вы создаете свой класс и не переопределяете метод `ToString()`, то он вернет тип данных в виде строки.

Теперь посмотрим на следующий код:

```
int i = 10;
string s = "" + i;
```

Что произойдет во второй строке кода, где мы складываем текст с числовой переменной? Тут произойдет неявное для нас, но явное для компилятора преобразование типов. Переменная `i` будет преобразована к строке с помощью вызова метода `ToString()`, а далее осуществится уже банальная конкатенация строк. Поскольку нужно привести тип к строке, а любой тип можно без проблем привести к строке с помощью `ToString()`, то среда разработки выполнения и компилятор достаточно интеллектуальны, чтобы преобразовывать тип автоматически. Подобный метод мы уже много раз использовали и будем использовать в дальнейшем.

Обратное же превращение строки к числу подобным способом невозможно. Для этого следует использовать явное преобразование с помощью `Convert`.

5.2. Все в .NET — это объекты

Мы уже говорили, что в .NET все типы данных являются объектами. Попробуйте объявить переменную типа `int`. Теперь напишите эту переменную и нажмите точку. Должен появиться выпадающий список, в котором приведены свойства и методы текущего объекта (рис. 5.1). Если он не появился, то поставьте курсор после точки и нажмите магическую комбинацию клавиш <Ctrl>+<Пробел> или <Ctrl>+<J>.

Так что, тип данных `int` является не простым типом данных, а на самом деле представляет собой объект? Почти так. Тут действует механизм *упаковки*. Переменные

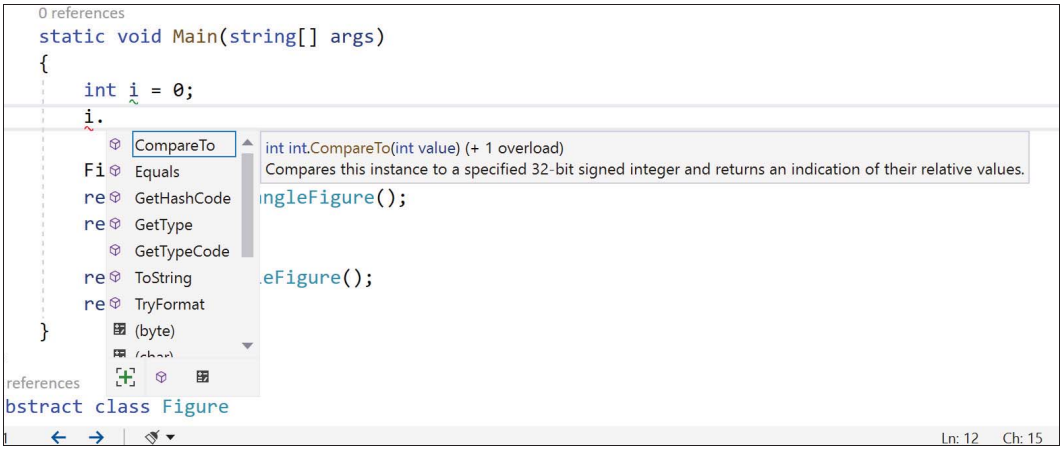


Рис. 5.1. Методы простого типа данных `int`

типа `int`, `double` и т. д. являются *псевдонимами* для классов, и когда нужно произвести с ними математические операции, то система воспринимает их как простые типы данных. Если бы не это, то мы не смогли бы складывать числа простым знаком сложения. Я даже представить себе не могу, как это универсально можно сложить два объекта. Для каждого класса сложение может выполняться по-разному. Но если обратиться к переменной как к объекту, то система автоматически упакует значение в объект, и мы увидим методы, как у класса.

Чтобы удобнее было работать с типами данных как с классами, в .NET существуют и специализированные классы для типов данных — их имена начинаются с большой буквы: `Int16`, `Int32`, `Int64`, `Double`, `String` и т. д. У этих классов есть множество статичных методов, которые вы можете использовать для различных операций. Например, следующий код объявляет строковую переменную, а во второй строке происходит преобразование с помощью статичного метода `Parse()` класса `Int32`:

```
string sNumber = "10";
int iNumber = Int32.Parse(sNumber);
```

Методу `Parse()` нужно передать строку, а он на выходе вернет число. При работе с методом надо быть аккуратным, потому что, если строка содержит некорректные данные, которые не могут быть приведены к числу, произойдет ошибка выполнения. Более безопасным является вызов метода `TryParse()`:

```
string sNumber = "10";
int iNumber;
if (Int32.TryParse(sNumber, out iNumber))
  Console.WriteLine(iNumber);
```

Метод `TryParse()` имеет два параметра:

- строку, которую нужно перевести в число;
- числовую переменную с ключевым словом `out`, через которую мы получим результат.

А что же тогда возвращает метод? Он возвращает булево значение. Если оно равно `true`, то строку удалось превратить в число, иначе строка содержит некорректные данные, которые невозможно перевести в число.

В .NET фреймворке очень часто можно увидеть статичные методы у классов для простых типов данных — таких как `Int32`, с помощью которых можно производить преобразования.

5.3. Работа с перечислениями *Enum*

Когда мы рассматривали перечисления в *разд. 2.4.3*, то я упустил несколько интересных моментов, и это упущение мы сейчас восполним. Я сделал это намеренно, потому что тогда мы еще не знали про классы и не могли «скакать через их голову».

Прежде всего мы должны понять, что перечисления могут объявляться как вне класса, так и внутри объявления класса. В первом случае перечисление станет доступно для всех классов соответствующего пространства имен, а при наличии модификатора `public` и всем сторонним классам. Такое перечисление будет выступать в роли самостоятельной единицы, и любой класс сможет объявить переменную этого типа перечисления.

Если же перечисление объявлено как часть класса, то доступ к перечислению по умолчанию будет только у этого класса. А если поставить модификатор доступа `public`, то и другие классы тоже смогут ссылаться на это перечисление, но не как на самостоятельную единицу, а как на член класса. Например, если перечисление `MyColors` объявлено внутри класса `Form1`, то в классе `Test` переменная типа перечисления `MyColors` будет объявляться по полному имени `Form1.MyColors`, которое включает имя класса, внутри которого находится объявление:

```
namespace EnumIndex
{
  public partial class Form1 : Form
  {
    public enum MyColors { Red, Green, Blue };
    ...
  }
  public class Test
  {
    Form1.MyColors myTestColor;
  }
}
```

С перечислениями тоже можно работать как с объектами. Для этого в .NET существует класс `Enum` (именно так — с заглавной буквы), у которого имеется ряд весьма полезных статичных методов.

Откройте исходный код формы и добавьте объявление перечисления `MyColors`, содержащего три цвета:

```
enum MyColors
{
  Red = 100,
  Green = 200,
  Blue  = 300
};
```

Я задал именам перечисления еще и индексы просто для красоты примера, вы же можете задать любые другие значения или оставить их по умолчанию. Если возникает вопрос, где написать объявление — внутри класса (сделать перечисление членом класса) или вне его (чтобы сделать его самостоятельной единицей), я бы порекомендовал сделать его членом класса, потому что к этому перечислению мы будем обращаться только из класса `Program`, а точнее — из метода `Main` класса `Program`.

Теперь в конструкторе после вызова метода `Main()` добавьте следующий код:

```
Console.WriteLine("Enum Names");

foreach (string str in Enum.GetNames(typeof(MyColors)))
    Console.WriteLine(str);

Console.WriteLine("Enum Values");
foreach (int i in Enum.GetValues(typeof(MyColors)))
    Console.WriteLine(i);
```

В результате мы должны будем увидеть в консоли:

```
Enum Names
Red
Green
Blue
Enum Values
100
200
300
```

Здесь запускаются два цикла: первый — перебирает все имена, которые есть в перечислении, а второй — все индексы перечисления. Чтобы получить массив всех имен перечисления, можно воспользоваться статичным методом `GetNames()` класса `Enum`. В качестве параметра ему надо передать тип данных для перечисления. Как получить этот тип данных? Интересный вопрос. Для этого служит оператор `typeof`.

Оператор `typeof` чем-то похож на метод, потому что он тоже принимает в качестве параметра какое-то значение (в нашем случае — перечисление, но это может быть и класс) и возвращает значение (здесь — тип переменной). Тем не менее есть и различия — оператор не принадлежит какому-то классу, он просто существует как оператор присваивания, деления, умножения и т. д.

Итак, `typeof(MyColors)` вернет нам тип данных для перечисления. По этому типу статичный метод `GetNames()` класса `Enum` вернет массив строк, в котором находятся имена, входящие в перечисление. Нам только остается с помощью цикла `foreach` пересмотреть все имена. В нашем случае внутри цикла мы банально выводим в консоль имя.

Теперь второй цикл понять намного проще. Он также перебирает все элементы массива, но только числового, который будет возвращен статичным методом `GetValues()`. Этот метод также получает тип перечисления, а возвращает значения элементов перечисления.

Следующая задача — допустим, что вы получаете от пользователя имя и должны превратить его в перечисление. Мы пока работаем с консолью, поэтому предположим, что имя вводится в консоль, и мы читаем его:

```
Console.WriteLine("Введите имя цвета");
string currentColor = Console.ReadLine();
```

Теперь в строковой переменной `currentColor` находится имя цвета, которое мы ввели, и нам надо превратить его в перечисление типа `MyColors`:

```
MyColors myColor1 =
    (MyColors)Enum.Parse(typeof(MyColors), currentColor);
Console.WriteLine("Вы выбрали" + myColor1 + " - " +  (int)myColor1);
```

В *разд. 5.2* для превращения строки в число мы использовали `Int32.Parse`, а для перечислений вполне логично было бы иметь что-то типа `Enum.Parse`. Так и есть. Для преобразования строки в значение представления мы можем использовать метод `Enum.Parse`.

Этот метод получает два параметра: тип перечисления, который мы можем получить уже знакомым нам способом (`typeof(MyColors),`) и строку с именем. Тип необходим, потому что `Enum.Parse` не может знать, перечисление какого именно типа мы передадим, — это может быть что угодно. Если мы передадим строку `Green`, то это может быть перечисление `MyColors` или что-то другое, мало ли кто создал `Enum` с таким именем.

Получив объект перечисления, я вывожу его значение, но чуть-чуть другим методом:

```
Console.WriteLine("Вы выбрали" + myColor1 + " - " + (int)myColor1);
```

На этот раз я вывожу в строку имя и значение перечисления несколько иначе — через интерполяцию строк. Использование `myColor1` в строке — это то же самое, что написать `myColor1.ToString()`, и оно приведет к отображению на экране имени.

После этого я использую приведение к числу `(int)myColor1`, и в результате будет отображено значение.

Если запустить этот код и ввести корректное значение — например, `Green`, то мы должны будем увидеть в результате в консоли:

```
Вы выбрали Green - 200
```

Но нужно вводить `Green` именно в том же регистре, что и в объявлении. Если ввести все слово маленькими буквами, то произойдет ошибка, потому что приведение типов станет невозможным. Можно использовать немного другую версию, которая принимает три параметра, где третьим параметром идет булево значение, указывающее, нужно ли игнорировать регистр:

```
Enum.Parse(typeof(MyColors), currentColor, true);
```

В этом случае будет игнорироваться регистр, но все еще может произойти ошибка, если кто-то введет совсем неверную строку.

Можно использовать `TryParse`:

```
object myColorObject;
if (Enum.TryParse(typeof(MyColors), currentColor, true,
                  out myColorObject))
```

```
{
    myColor1 = (MyColors)myColorObject;
    Console.WriteLine("Вы выбрали" + myColor1 + " - " +
             (int)myColor1);
}
```

А что, если пользователь вводит число и нам нужно превратить его в перечисление? Если пользователь указал 100, то это должно превратиться в `MyColors.Red`:

```
Console.WriteLine("Введите значение цвета");
currentColor = Console.ReadLine();
int colorIntValue = Int32.Parse(currentColor);
MyColors myColor2 = (MyColors)colorIntValue;
Console.WriteLine("Вы выбрали " + myColor2 + " - " +  (int)myColor2);
```

На этот раз я прошу пользователя ввести число, потом использую `Int32.Parse` для получения числового значения и, наконец, превращаю это число в представление — и это делается банальным приведением типов: `(MyColors)colorIntValue`.

Что, если пользователь введет нереальное значение — например, `123`? Такого цвета нет, но ошибки во время приведения не произойдет. А какое тогда имя будет отображаться? Имени не будет, будет число:

```
Вы выбрали 123 - 123
```

> ***Примечание***
>
> Исходный код примера к этому разделу можно найти в папке *Source\Chapter5\EnumTest* сопровождающего книгу электронного архива (см. *приложение*).

5.4. Структуры

Структуры — самый интересный тип, потому что он может работать и как простой тип (без инициализации с помощью оператора `new`), но вроде бы выглядит как ссылочный тип. .NET просто прячет от нас всю инициализацию, и структуры выглядят как простые типы данных — такие же, как числа.

Но для начала разберемся, что такое *структура*. Это набор типов данных, сгруппированных под одним именем. Допустим, нам нужно описать программно человека. Он характеризуется следующими параметрами: имя, фамилия, возраст. Для хранения этой информации можно создать три переменные, и это будет нормально, пока у нас один человек, а если у нас их сто?

Когда требуется описать много людей, можно создать три массива, в каждом из которых будет по одному атрибуту человека: имя, фамилия и возраст. А что, если будет десяток атрибутов? Положение спасают структуры. Мы просто объединяем атрибуты человека в структуру и создаем массив структур.

Объявление структуры очень похоже на описание класса — к членам структуры допускается указывать модификаторы доступа, может также существовать и конструктор, в котором можно задавать значения по умолчанию:

```
struct Person
{
  public Person(string firstName, string lastName)
  {
    FirstName = firstName;
    LastName = lastName;
    age = 18;
  }

  public string FirstName;
  public string LastName;
  public int age;
}
```

Давайте посмотрим, как теперь использовать структуру в коде. Ранее уже отмечалось, что структура может выступать как простой тип данных, а значит, мы ее можем просто объявить как простую переменную и использовать без выделения памяти с помощью оператора `new`:

```
Person p;
p.FirstName = "Сергей";
Console.WriteLine(p.FirstName);
```

Это вполне корректный пример, в котором объявляется переменная `p` типа `Person`. Во второй строке кода изменяется имя в структуре, а в третьей строке это имя выводится в окно консоли. Так как мы не выделяли память, конструктор структуры не вызывался, и все его поля (переменные) равны нулю. Запомните это, это очень важно!

А что, если попробовать вывести в консоль значение переменной `p.LastName`? В чем тут соль? Мы ее не изменяли и не устанавливали, а раз конструктор не вызывался, то переменная равна нулю:

```
Console.WriteLine(p.LastName);
```

Что произойдет? Произойдет ошибка уже на этапе компиляции. Когда вы попытаетесь собрать исполняемый файл, среда разработки сообщит об ошибке: **Use of possibly unassigned field 'LastName'**, что примерно означает: «Возможно использование неназначенного поля». Получается, что если переменная типа структуры объявлена как простая переменная, то ее поля можно использовать только после явного присвоения значения конкретному полю. Именно в этот момент будет происходить инициализация, но не всей структуры, а только значения конкретного поля.

А вот если инициализировать структуру через оператор `new`, то и все переменные будут проинициализированы:

```
Person p1 = new Person();
Console.WriteLine("Фамилия 1: " + p1.LastName);
```

В этом примере сразу после создания структуры я пытаюсь вывести ее в консоль, и операция пройдет успешно. Просто переменная пустая, и на экране не появится фамилия, но и ошибки не будет.

Следующий пример инициализирует структуру с помощью конструктора, который мы прописали так:

```
Person p2 = new Person("Михаил", "Фленов");
Console.WriteLine("Фамилия 2: " + p2.LastName);
```

Конструктор принимает начальные значения для имени и фамилии, и переданные значения будут записаны в соответствующие поля структуры.

У структур могут быть даже методы, которые будут выполнять какие-то действия:

```
struct Person
{
  public Person(string firstName, string lastName)
  {
    FirstName = firstName;
    LastName = lastName;
    Age = 18;
  }

  public string FirstName;
  public string LastName;
  public int Age;

  public void Print() {
    Console.WriteLine("First Name " + FirstName);
    Console.WriteLine("Last Name " + LastName);
    Console.WriteLine("Age " + Age);
  }
}
```

Получается, у структур есть свойства, методы, конструкторы, и тогда чем они отличаются от классов? Самая основная разница кроется в том, где выделяется память для хранения этого типа данных. Я как-то говорил, что для простых данных память выделяется в стеке, потому что для них известен точный размер. Динамические данные (классы, массивы и т. д.) выделяются в куче, или динамической памяти.

Так вот, память для структур выделяется в стеке. Это значит, что если мы будем использовать структуру как объект, то потребуется упаковка и распаковка, что потребует лишних действий со стороны процессора. Это минус. Зато с точки зрения управления памятью структуры лучше, потому что стек освобождается более эффективно и не требует затрат на сборщик мусора.

Если вам придется использовать данные с методами, которые требуют объект, то скорее всего выгоднее будет использовать класс.

> ***Примечание***
>
> Исходный код примера к этому разделу можно найти в папке *Source\Chapter5\StructProject* сопровождающего книгу электронного архива (см. *приложение*).

5.5. Дата и время

Для работы с датой и временем нет простого типа данных, но есть классы `DateTime` и `TimeSpan`. Класс `DateTime` позволяет работать с определенной датой и временем. В экземпляр этого класса можно занести одну дату и потом работать с ней.

Так как `DateTime` — это класс, то его нужно инициализировать с помощью оператора `new`. У этого класса есть 12 различных перегруженных конструкторов на все случаи жизни. Вы можете создать объект даты, у которого будет задана только дата без времени, можете указать и то и другое. Объект может быть построен по различным составляющим и информации о дате.

Для следующего примера я написал небольшой статичный метод, чтобы мы могли читать с консоли числа:

```
static int GetNumber(string message)
{
    while (true) {
        Console.WriteLine("Введите " + message);
        string input = Console.ReadLine();
        int number;
        if (Int32.TryParse(input, out number))
        {
            return number;
        }
        Console.WriteLine("неверное значение");
    }
}
```

Метод в бесконечном цикле отображает в консоли приглашение ввести число, и если пользователь вводит строку, которую нельзя преобразовать в число, то отображается ошибка и запрос повторяется. Если пользователь ввел корректное число, то `GetNumber` возвращает его.

Теперь одной строкой мы можем прочитать число с консоли:

```
int year = GetNumber("год");
```

Используя этот метод, я читаю из консоли пять значений: год, месяц, день, час, минуты, создаю объект `DateTime` из полученных данных и отображаю день недели, часы, время:

```
static void Main(string[] args)
{
    int year = GetNumber("год");
    int month = GetNumber("месяц");
    int day = GetNumber("день");
    int hour = GetNumber("час");
    int minute = GetNumber("минуты");
```

```
        DateTime dt = new DateTime(year, month, day, hour, minute, 0);
        Console.WriteLine("День недели: " + dt.DayOfWeek.ToString());
        Console.WriteLine("День недели #: " + ((int)dt.DayOfWeek).ToString());
        Console.WriteLine("Время: " + dt.TimeOfDay.ToString());
        Console.WriteLine("День: " + dt.DayOfYear.ToString());
        Console.WriteLine(".ToString: " + dt.ToString());
        Console.WriteLine("date.ToString: " + dt.Date.ToString());
        Console.WriteLine(".ToShortDateString: " + dt.ToShortDateString());
        Console.WriteLine(".ToLongDateString: " + dt.ToLongDateString());
        Console.WriteLine(".ToShortTimeString: " + dt.ToShortTimeString());
        Console.WriteLine(".ToLongTimeString: " + dt.ToLongTimeString());
        Console.ReadLine();
    }
```

Недостаток этого кода в том, что он читает с консоли число, но если на запрос на ввод месяца пользователь введет число 21, то это приведет к ошибке, поскольку мы не проверяем, больше ли 12 введенное число.

Сначала только ради наглядности я сохраняю в целочисленных переменных значения, которые ввел пользователь для составляющих даты. После этого инициализирую объект `DateTime`. Для этого я выбрал конструктор, который получает в качестве параметров компоненты даты и времени, начиная с года и до секунды. Но так как я не запрашивал у пользователя секунды, то эту составляющую я просто обнуляю, передавая явно число 0.

Далее идет более интересный код. Имея объект класса `DateTime`, мы можем многое узнать о дате и времени. Например, какой день недели выпал на ту злополучную или знаменательную дату, которая сохранена в объекте. Для этого можно воспользоваться свойством `DayOfWeek`. Именно это мы и узнаем в первой строке кода после инициализации объекта.

Свойство `DayOfWeek` — это перечисление, подобное тому, что мы создавали сами, а раз в Америке неделя начинается с воскресенья, то, значит, под индексом 0 будет воскресенье, а понедельник будет иметь значение 1.

По умолчанию приведение перечисления к строке вернет нам название в виде текста. Чтобы получить строку, достаточно привести название к числу следующим образом: `((int)dt.DayOfWeek).ToString()`. Обратите внимание на скобки. Они так расставлены далеко не случайно. Если опустить крайние скобки и написать просто: `(int)dt.DayOfWeek.ToString()`, то к типу `int` будет приводиться вся конструкция `dt.DayOfWeek.ToString()`, то есть имя дня недели. Это невозможно сделать, и компилятор выдаст ошибку. Нам нужно привести к числу день недели `dt.DayOfWeek`, поэтому крайними скобками я как раз и указываю на это. А вот результат приведения к числу превращается в строку с помощью метода `ToString()`.

А что, если нам нужно решить классическую задачу — узнать, сколько сейчас времени? Для этого у класса `DateTime` есть статическое свойство `Now`, с помощью которого эта задача и решается. Следующая строка кода инициализирует переменную `dt` текущим значением даты и времени:

```
DateTime dt = DateTime.Now;
```

Обратите внимание, что мы не вызываем никаких конструкторов, а просто присваиваем переменной класса `DateTime` значение свойства `Now`. Это вполне корректно, потому что свойство само создает новый экземпляр объекта класса `DateTime` и возвращает его нам, поэтому в дополнительной инициализации нет необходимости.

При работе с датами очень часто приходится выполнять математические операции над их составляющими. Объекты класса `DateTime` имеют множество методов, с помощью которых удобно изменять значение даты или времени:

- `AddYears(int N)` — добавить к дате `N` лет;
- `AddMonths(int N)` — добавить `N` месяцев;
- `AddDays(int N)` — добавить `N` дней;
- `AddHours(int N)` — добавить `N` часов;
- `AddMinutes(int N)` — добавить `N` минут;
- `AddSeconds(int N)` — добавить `N` секунд;
- `AddMilliseconds(int N)` — добавить `N` миллисекунд.

Все эти методы возвращают результат, а не изменяют содержимое объекта. Чтобы изменить значение переменной, нужно написать так:

```
dt = dt.AddDays(-60);
```

В этом случае из даты в переменной `dt` будет вычтено `60` дней. Да, чтобы произвести вычитание, нужно указать в качестве параметра отрицательное значение. И еще — вы не ограничены размерностью составляющей, которую изменяете. Это значит, что если вы изменяете количество дней, то можно смело писать 60 дней и не нужно вычислять, сколько это целых месяцев, и вычитать месяцы и дни по отдельности. Методы класса `DateTime` очень умные и все подсчитают сами.

Есть еще один метод, с помощью которого можно изменять значение объекта класса `DateTime`, — это `Add()`. Метод получает в качестве параметра значение типа `TimeSpan`, а это значит, что пришло время разобраться с этим классом.

Класс `TimeSpan` — это интервал времени. Ему все равно, начиная с какой и по какую дату длится интервал, — он просто хранит значение. Например, `TimeSpan` может быть равен 15 минутам. Это просто 15 минут.

Интервалы хорошо использовать для вычислений и работы с датами. Например, следующие строки кода увеличивают дату на 15 минут:

```
TimeSpan ts = new TimeSpan(0, 15, 0)
dt = dt.Add(ts);
```

В первой строке создается интервал времени. В качестве параметров конструктор `TimeSpan` в нашем случае принимает часы, минуты и секунды. Существуют и другие перегруженные конструкторы — например, принимающие составляющие, начиная с количества дней и до секунд. Максимальная размерность интервала — дни, но количество дней может равняться и 100. Во второй строке кода мы просто вызываем метод `Add()` объекта `DateTime`, чтобы добавить интервал.

Этот пример удобнее было бы записать в одну строку:

```
dt = dt.Add(new TimeSpan(0, 15, 0));
```

Здесь методу `Add()` передается новый объект, проинициализированный из класса `TimeStan`. Это то же самое, что было раньше, просто теперь мы не сохраняем объект интервала в переменной, а сразу передаем его методу `Add()`.

Любая составляющая может быть отрицательной. Например, следующий код создаст интервал, равный –1 час и +10 минут:

```
TimeSpan ts = new TimeSpan(-1, 10, 0);
```

> ***Примечание***
>
> Исходный код примера к этому разделу можно найти в папке *Source\Chapter5\TimeSpanProject* сопровождающего книгу электронного архива (см. *приложение*).

5.6. Класс строк

Все это время мы работали со строками достаточно поверхностно — просто присваивали значения и производили операцию конкатенации. Но это только самая малость из того, что может понадобиться программисту в реальной работе. В этом разделе мы познакомимся со строками чуть ближе и узнаем о нескольких очень интересных методах класса `String`:

- `Contains()` — позволяет узнать, содержит ли строка подстроку, переданную в качестве параметра. Если да, то метод вернет `true`;
- `Format()` — это статичный метод, который позволяет форматировать строки, как мы это делали в консольных приложениях, описанных в *главе 4*. Внутри строки можно в фигурных скобках указывать места, куда должны вставляться переменные, переданные во втором и т. д. параметрах. Так как метод статичный, то его вызываем через класс, а не через объект:

  ```
  String str;
  Str = String.Format("Приветствие миру '{0}'", "Hello world");
  ```

- `IndexOf()` — возвращает индекс символа, начиная с которого в строке найдена подстрока, переданная в качестве параметра. Если ничего не найдено, то результатом будет `–1`. Например, следующая строка кода ищет в строковой переменной `str` текст `"world"`:

  ```
  int index = str.IndexOf("world");
  ```

- `Insert()` — позволяет вставить подстроку, переданную во втором параметре, в строку, начиная с символа, указанного в первом параметре. Следующий пример вставляет слово `" мир"` в переменную `str`, начиная с 5-й позиции:

  ```
  string newstr = str.Insert(5, " мир");
  ```

  При этом переменная `str` не изменяется, а новая строка просто возвращается в виде результата;

- `PadLeft(int N)` и `PadRight(int N)` — эти методы очень похожи, потому что их задача — вписать строку в новую строку определенного размера. Размер передается в качестве параметра. Методы создают строку указанного размера и вписывают в нее строку так, чтобы она была выровнена по одному из краев.

  Так, при использовании метода `PadLeft()` строка будет размещена справа, а слева будет добавлено столько пробелов, чтобы в результате получилась строка длиной `N`. Использование метода `PadRight()` добавляет к строке пробелы справа до длины `N`;

- `Remove()` — удаляет из строки символы, начиная с индекса, указанного в качестве первого параметра, и ровно столько символов, сколько указано во втором параметре. Если во втором параметре ничего не задано, то удаление происходит до конца строки. Как всегда, сама строка не изменяется, измененный вариант возвращается в качестве результата:

```
str = str.Remove(2, 3); // удалить 3 символа, начиная со второго
```

- `Replace()` — ищет в строке подстроку, указанную в качестве первого параметра, и заменяет ее на подстроку из второго параметра, возвращая результат замены. Следующий пример заменяет `"world"` на `"мир"`:

```
str = str.Replace("world", "мир");
```

- `ToUpper()` и `ToLower()` — методы возвращают строку, в которой все символы приведены к верхнему (`ToUpper()`) или к нижнему (`ToLower()`) регистру;

- `Substring()` — возвращает часть строки, начиная с символа, указанного в качестве первого параметра, и ровно столько символов, сколько указано во втором параметре;

- `ToCharArray()` — превращает строку в массив символов. Метод очень удобен, когда нужно проанализировать строку посимвольно, — например, следующий код получает массив символов, а потом перебирает его с помощью цикла `foreach`:

```
char[] chars = str.ToCharArray();
foreach (char ch in chars)
  Console.WriteLine(ch);
```

Внутри строк вы можете использовать управляющие коды:

- `\'` — вставить одинарную кавычку;
- `\"` — вставить двойную кавычку;
- `\a` — инициирует системный сигнал;
- `\n` — переход на новую строку;
- `\r` — возврат каретки;
- `\t` — символ табуляции.

Так как символ обратного слеша управляющий, то, чтобы добавить его в строку, нужно его удвоить. Это значит, что для задания пути к файлу в строке надо использовать двойные слеши:

```
string path = "c:\\windows\\system32\\filename.txt";
```

Если вы не хотите удваивать слеши и не собираетесь использовать управляющие коды, то перед строкой можно поставить символ `@`:

```
string path = @"c:\windows\system32\filename.txt";
```

Внутри такой строки управляющие коды работать не станут, а будут выводиться буквально, без интерпретации. Под управляющими символами имеется в виду не только слеш, но и символы новой строки.

До сих пор мы заключали строки в двойные кавычки, и чтобы поместить в одну переменную две строки, приходилось разделять их с помощью управляющего символа `\n`, как в следующем примере:

```
string multyline1 = "Строка 1\nСтрока 2";
Console.WriteLine("multyline 1 = " + multyline1);
```

Когда перед строкой есть символ `@`, то управляющий символ `\n` работать не будет, но мы можем просто использовать несколько строк:

```
   string multyline1 = "Строка 1
Строка 2";
   Console.WriteLine("multyline 1 = " + multyline1);
```

Очень часто бывает необходимо проверить, является ли строка пустой или нулевой. Это можно сделать несколькими способами, и первый из них — в лоб проверять на `null` и на пустое значение:

```
String s = GetUserInput();
if (s == null || s = "") {
  пользователь ничего не ввел
}
```

Подобные проверки очень часто приходится делать в веб-программировании, когда мы ожидаем ввода от пользователя.

То же самое можно сделать в один прием с помощью метода `IsNullOrEmpty`:

```
String s = GetUserInput();
if (String.IsNullOrEmpty(s)) {
  пользователь ничего не ввел
}
```

> ***Примечание***
>
> Исходный код примера к этому разделу можно найти в папке *Source\Chapter5\StringProject* сопровождающего книгу электронного архива (см. *приложение*).

5.7. Перегрузка операторов

Согласитесь, что выполнять математические операции над простыми типами данных очень удобно. А что, если у вас есть класс, который представляет что-либо математическое, и вы хотите работать с ним так же, как и с простыми типами, используя операторы сложения, вычитания, умножения и т. д. В C# это вполне возможно, только вам самим нужно позаботиться о том, как будут производиться математические вычисления.

Операторы связаны не только с математикой, но и с логикой. Есть еще операторы сравнения, которые тоже хотелось бы использовать с некоторыми классами.

Но самое мощное и интересное решение — *операторы приведения типов*. До сих пор мы умели приводить только совместимые типы данных. Например, мы могли привести классы к их предкам, но не могли приводить один класс к другому, если у них нет ничего общего и они выведены из разных предков. С помощью операторов приведения типов можно сделать так, чтобы человека можно было привести даже к классу точки, и это далеко не полный бред.

5.7.1. Математические операторы

Начнем мы с самого простого, на мой взгляд, с математических операторов. Допустим, у нас есть класс `MyPoint`, который описывает точку (листинг 5.1).

Листинг 5.1. Класс точки

```
class MyPoint
{
  public MyPoint(int x, int y)
  {
    this.x = x;
    this.y = y;
  }

  int x;
  public int X
  {
    get { return x; }
    set { x = value; }
  }

  int y;
  public int Y
  {
    get { return y; }
    set { y = value; }
  }
```

```
  public override string ToString()
  {
    return x.ToString() + ":" + y.ToString();
  }
}
```

В C# уже есть класс `Point`, который обладает необходимым нам функционалом, и мы сейчас будем реализовывать то, что уже есть, поскольку я просто не смог придумать другого интересного и в то же время простого примера класса, который бы удачно подходил для решения задачи.

Как было бы прекрасно создать два объекта точки, а потом сложить их простым оператором сложения:

```
MyPoint p1 = new MyPoint(10, 20);
MyPoint p2 = new MyPoint(20, 10);
MyPoint p3 = p1 + p2;
```

С первыми двумя строками проблем нет, а вот с третьей возникнут серьезные проблемы и компилятор выдаст ошибку: **Operator '+' cannot be applied to operands of type MyPoint and MyPoint**, что означает примерно следующее: «Оператор '+' не может быть использован с типами данных MyPoint и MyPoint». Как культурно он нас послал!

А давайте попробуем встать на место компилятора. Допустим, вы видите операцию сложения двух объектов (не имеет значения, каких). Как вы их будете складывать? Простое сложение всех открытых полей не является хорошим решением, потому что не все может складываться. Это мы сейчас, глядя на объявление `MyPoint`, видим, что нужно просто сложить свойства `X` и `Y`, а если у этого класса будет еще и свойство с именем точки (свойство `Name`), — что делать с ним? Тоже складывать? А компилятор может дать гарантию, что именно это нам нужно? Нет, он не может быть настолько умным.

Если компилятор точно не знает, чего мы от него хотим, то он не станет этого делать. Так происходит и с операторами. Мы должны явно в своем классе реализовать нужные операторы, которыми хотим пользоваться. Вы можете перегрузить почти все операторы языка C# (`+`, `-`, `*`, `/`, `%`, `&`, `|`, `^`, `<<`, `>>`), а также операторы сравнения (`==`, `!=`, `<`, `>`, `<=` и `>=`). Определение операторов похоже на методы, только вместо имени метода нужно указать ключевое слово `operator` и указать оператор, который вы хотите определить. И, кроме того, такие определения должны быть статичными, ведь они вызываются не для конкретного объекта, а просто вызываются.

Рассмотрим, например, как могут быть реализованы операторы сложения и вычитания для наших точек:

```
public static MyPoint operator + (MyPoint p1, MyPoint p2)
{
  return new MyPoint(p1.X + p2.X, p1.Y + p2.Y);
}
```

```
public static MyPoint operator - (MyPoint p1, MyPoint p2)
{
  return new MyPoint(p1.X - p2.X, p1.Y - p2.Y);
}
```

Действительно, эти объявления сильно похожи на методы. В скобках указываются два складываемых параметра. Первый из них стоит слева от знака оператора, а второй — справа. Возвращаемое значение в нашем случае имеет тип `MyPoint`, но это не обязательно. Вы можете написать оператор сложения так, что он будет создавать в результате объект класса линии. Как говорят американцы, «the sky is the limit» (в смысле: нет предела совершенству), то есть вы можете создавать совершенно разные операторы на свое усмотрение.

Код оператора прост — нужно создать новый экземпляр класса и вернуть его. При этом он должен быть суммой (в вашем представлении) двух переданных объектов.

Вот теперь сложение двух объектов класса `MyPoint` пройдет без проблем, и следующая строка будет корректна для компилятора.

```
MyPoint p3 = p1 + p2;
```

А что, если мы захотим складывать дом и точку? Да без проблем, просто добавляем следующий оператор к нашему классу точки:

```
public static MyPoint operator +(House h1, MyPoint p2)
{
  return new MyPoint(h1.Width + p2.X, h1.Height + p2.Y);
}
```

Теперь мы можем сложить дом и точку:

```
House house = new House(20, 10);
MyPoint p3dsum = house + p3;
```

Тут есть один нюанс, о котором мы уже говорили, — дом в операторе объявлен в качестве первого параметра, а значит, он должен находиться слева от знака сложения. Если поставить дом справа, а объект точки слева, то произойдет ошибка.

Напоследок замечу, что сокращенные операторы (такие как `+=`, `-=`, `*=` и `/=`) переопределять не нужно. Достаточно только определить операторы сложения, вычитания, умножения и деления, которые получают в качестве параметров типы `MyPoint` и возвращают тип `MyPoint`.

Не стоит реализовывать абсолютно все операторы во всех классах. Реализуйте только те операторы, которые действительно нужны и имеют смысл. Например, для нашей точки можно реализовать, наверное, все операторы, но если перед нами находится класс `Person`, то тут нужно задуматься, стоит ли реализовывать операторы умножения и деления и имеют ли они какой-то смысл? Ну разве что сложение — если сложить мужской и женский пол, то с задержкой в 9 месяцев можно попытаться получить новый объект класса `Person`, хотя я бы и этого не стал делать.

Примечание

Исходный код примера к этому разделу можно найти в папке *Source\Chapter5\MyPointProject* сопровождающего книгу электронного архива (см. *приложение*).

5.7.2. Операторы сравнения

Теперь давайте поговорим об *операторах сравнения*. Мы уже знаем, что для сравнения на равенство компилятор использует метод `Equals()`, который наследуется от базового класса `Object`. Мы уже научились переопределять и использовать его, но как обстоят дела со сравнением на больше или меньше? Тут компилятор и среда исполнения также не могут догадаться, как сравнивать классы, потому что они не обладают телепатическими способностями. Мы сами должны реализовывать операторы сравнения.

Как сравнить две точки на плоскости? Существует несколько вариантов сравнения, и все зависит от того, что представляет собой точка. Это может быть график, у которого ось `X` имеет приоритетное значение, и тогда нужно сравнивать координаты `X` двух точек, и если они равны, то сравнивать координаты `Y`. Мы же поступим примитивно — сложим координаты `X` и `Y` каждой точки и сравним результат:

```
public static bool operator < (MyPoint p1, MyPoint p2)
{
  return (p1.X + p1.Y < p2.X + p2.Y);
}

public static bool operator > (MyPoint p1, MyPoint p2)
{
  return (p1.X + p1.Y > p2.X + p2.Y);
}
```

Операторы всегда возвращают булево значение (`bool`), ведь результат сравнения — это логическая переменная. Обратите также внимание, что я описал операторы «меньше» и «больше» одновременно. Это не потому, что мне захотелось реализовать их оба, а потому, что так нужно. Если вы реализуете оператор «меньше», то обязательно нужно реализовать и оператор «больше». Это правило действует и наоборот. То есть реализовывать их можно только оба одновременно.

Примечание

Исходный код примера к этому разделу можно найти в папке *Source\Chapter5\MyPointProject2* сопровождающего книгу электронного архива (см. *приложение*).

5.7.3. Операторы преобразования

С точки зрения операторов мы сейчас будем рассматривать, наверное, самую интересную тему — преобразование несовместимых типов. Тема сама весьма интересна, но в то же время такая процедура может сделать ваш код некрасивым и неинтуитивным, — впрочем, это только на мой взгляд. С другой стороны, мы с этим

получаем великолепную мощь и удобство программирования, что я вам сейчас и продемонстрирую.

Допустим, у нашего класса `Person` появились два свойства: `X` и `Y`, с помощью которых мы можем задавать координаты человека на карте города:

```
public int X { get; set; }
public int Y { get; set; }
```

Что, если мы хотим получить эти координаты в виде класса точки `MyPoint`? Нужно создать новый объект класса точки и присвоить ему координаты человека из объекта `Person`. В случае с точкой это делается не так уж и сложно, ну а если классы содержат множество свойств? Копирование будет осуществляться гораздо сложнее, и если у вас в коде есть 20 вызовов такого преобразования, то наглядность потеряется.

Допустим, мы написали 20 вызовов преобразования следующего вида:

```
MyPoint point = new MyPoint(person.X, person.Y);
```

А что, если нужно добавить в класс `Person` и в класс `MyPoint` новое свойство `PointName`, где будет храниться название здания или населенного пункта, в котором расположена точка? На мой взгляд, это катастрофа, потому что придется просмотреть все 20 преобразований в нашем коде и подкорректировать их так, чтобы они копировали из объекта `Person` еще и имя точки `PointName`. А если таких мест в коде будет не 20, а 500? Это вполне реальное число для большого проекта.

Намного лучше было бы, если бы преобразование объекта `Person` в `MyPoint` выглядело так:

```
MyPoint point = (MyPoint)person;
```

Однако по умолчанию это невозможно, и компилятор выдаст ошибку: **Cannot convert type Person to MyPoint** (Не могу конвертировать Person в MyPoint), — но это только по умолчанию. Мы можем создать такой оператор преобразования, который научит компилятор и среду выполнения конвертировать даже несовместимые типы. В нашем случае мы должны в классе `MyPoint` написать следующий код:

```
public static explicit operator MyPoint(Person p)
{
  return new MyPoint(p.X, p.Y);
}
```

Это объявление очень сильно похоже на уже знакомые нам операторы, только здесь не возвращаются никакие значения, а вместо этого стоит ключевое слово `explicit`. Это слово как раз и указывает на то, что перед нами оператор, который определяет преобразование типов. Вместо имени метода стоит имя текущего класса — можно еще сказать, что это класс, в который будет происходить преобразование. В скобках указывается класс, из которого выполняется преобразование.

В теле оператора мы должны создать новый экземпляр класса точки и скопировать в него нужные нам свойства. Так как нам требуются только координаты, то доста-

точно их и передать конструктору. Вот теперь преобразование типов пройдет без проблем, и следующая строка не вызовет никаких претензий со стороны компилятора:

```
MyPoint point = (MyPoint)person;
```

Теперь рассмотрим ситуацию с появлением нового свойства `PointName`. Нам все равно, сколько раз и где используется явное преобразование, — достаточно только подправить оператор в классе `MyClass`, и все будет работать:

```
public static explicit operator MyPoint(Person p)
{
  MyPoint point = new MyPoint(p.X, p.Y);
  point.PointName = p.PointName;
  return point;
}
```

Я надеюсь, что убедил вас в мощности такого подхода. Самое сложное в нем — определить те места, где нужно писать оператор преобразования, а где достаточно просто создать объект и скопировать в него нужные свойства без написания оператора явного преобразования. Я бы рекомендовал не писать оператор, если он будет использоваться только в одном-двух местах. Это лично моя рекомендация, а как поступите вы, решать уже вам самим.

Преобразование можно сделать еще и неявным. Если оператор описан как `explicit`, то в коде преобразования вы обязаны явно указывать в скобках перед переменной тип, в который происходит преобразование. Но если заменить ключевое слово `explicit` на `implicit`, то и этого делать не придется. Попробуйте сейчас поменять оператор на `implicit` и написать следующую строку кода:

```
MyPoint point = person;
```

Здесь мы даже в скобках не указываем тип, в который производится преобразование. Такой метод я рекомендую использовать еще реже и только в крайних случаях, потому что наглядность кода теряется еще сильнее. Тот, кто будет читать эту строку, должен будет держать преобразование в голове. Да и вы тоже через полгода не вспомните, где и какие операторы преобразования написали.

> ***Примечание***
>
> Исходный код примера к этому разделу можно найти в папке *Source\Chapter5\ ConversationProject* сопровождающего книгу электронного архива (см. *приложение*).

5.8. Шаблоны

Шаблоны — очень мощное средство, которое спасает нас от беспощадной необходимости писать килобайты бессмысленного кода, когда нужно выполнить одни и те же операции над разными типами данных. Конечно, мы могли бы создать класс или метод, который работал бы с переменными `Object`, но это неудобно, потому что небезопасно. Шаблоны являются более мощным средством решения однотипных

задач для разных типов данных, и наиболее явно эту мощь они проявляют в динамических массивах, которые мы будем рассматривать позже.

Для начала посмотрим, как можно создать шаблон простого метода:

```
static string sum<T>(T value1, T value2)
{
  return value1.ToString() + value2.ToString();
}
```

Я сделал метод статичным только потому, что в примере, приведенном в сопровождающем книгу электронном архиве, он вызывается в консольном приложении из статичного метода `Main()`. Это необязательный атрибут, и шаблонные методы могут быть и не статичными.

Самое интересное находится сразу после имени метода в угловых скобках. Тут объявляется какая-то строка или буква, которая является шаблоном. Еще с классов языка C++ пошло негласное правило именовать шаблоны буквой `T` (от слова *Template* — шаблон). Вы можете назвать шаблон по-другому, но я рекомендую придерживаться этого правила. В коде буква `T` будет заменяться на тип данных, который вы станете передавать при использовании метода или класса.

В скобках мы указываем, что метод принимает два параметра какого-то типа `T`, который определится на этапе вызова метода. В теле метода каждая переменная приводится к строке и выполняется конкатенация строк.

Теперь посмотрим, как этот метод может использоваться:

```
static void Main(string[] args)
{
  string intsum = sum<int>(10, 20);
  Console.WriteLine(intsum);

  string strsum = sum<string>("Hello ", "world");
  Console.WriteLine(strsum);

  Console.ReadLine();
}
```

Сначала мы вызываем метод `sum<int>`. В угловых скобках указан тип `int`, а значит, в нашем шаблоне везде, где была буква `T`, станет подразумеваться тип данных `int`, т. е. метод будет принимать числа. Именно числа мы и передаем этому методу.

Второй раз мы вызываем этот метод, указывая в качестве шаблона строку `sum<string>`. На этот раз параметры передаются как строки. Если попытаться передать числа, то произойдет ошибка. Именно это и является мощью шаблонов. Если метод объявлен с шаблоном определенного типа, то только параметры этого типа могут передаваться методу. За этим следит компилятор, и он не даст использовать разнотипные данные.

На методах показать мощь шаблонов сложно, и я не смог придумать более интересного примера. Зато на классах шаблоны проявляют себя намного лучше. Давай-

те попробуем написать класс поддержки массива из 10 значений. Это не динамический, а статический массив — для простоты примера, но за счет шаблонов его использование становится универсальным.

Итак, если вам нужен массив небольшого размера, то его можно реализовать в виде статического массива, а для удобства написать вспомогательный класс, код которого приведен в листинге 5.2.

Листинг 5.2. Вспомогательный класс для работы с массивом

```
public class TemplateTest<T>
{
  T[] array = new T[10];
  int index = 0;

  public bool Add(T value)
  {
    if (index >= 10)
      return false;

    array[index++] = value;
    return true;
  }

  public T Get(int index)
  {
    if (index < this.index && index >=0 )
      return array[index];
    else
      return default(T);
  }

  public int Count()
  {
    return index;
  }
}
```

При объявлении класса, использующего шаблон, буква шаблона указывается в угловых скобках после имени класса. Теперь внутри класса вы можете работать с буквой `T` как с типом данных — объявлять переменные, получать параметры в методе и даже возвращать значения типа `T`. Когда вы создадите конкретный объект класса `TemplateTest`, то во время объявления должны будете указать, для какого типа вы его создаете. Например, объявление `TemplateTest<int> testarray` заставит систему создать массив `testarray` для хранения чисел, и все методы, где использовалась буква `T`, будут работать с числами. Получается, что при использовании шаблона класса вы как бы с помощью замены вставляете везде вместо `T` указанный тип.

Вот так этот шаблон может быть использован для массива чисел:

```
TemplateTest<int> testarray = new TemplateTest<int>();

testarray.Add(10);
testarray.Add(1);
testarray.Add(3);
testarray.Add(14);

for (int i = 0; i < testarray.Count(); i++)
  Console.WriteLine(testarray.Get(i));
```

Для того чтобы создать точно такой же массив, но для хранения строк, достаточно только изменить объявление:

```
TemplateTest<string> testarray = new TemplateTest<string>();
```

Нам не нужно писать новый класс, который будет реализовывать те же функции для типа данных `string`, — благодаря шаблону все уже готово.

Шаблон неопределенного типа получается слишком универсальным и позволяет принимать любые типы данных. Это нужно далеко не всегда. Бывает необходимо ограничить типы данных, на основе которых можно будет создавать шаблон. Это можно сделать с помощью ключевого слова `where`:

```
public class TemplateTest<T> where T: XXXXX
```

Здесь `XXXXX` может принимать одно из следующих значений:

- `Class` — шаблон может быть создан для классов. Причем класс не должен быть объявлен как `sealed`, иначе его использование не имеет смысла;
- `struct` — шаблон может быть создан на основе структур, т. е. в нашем случае буква `T` может заменяться только на структуру;
- `new()` — параметр `<T>` должен быть классом, имеющим конструктор по умолчанию;
- *Имя_класса* — шаблон может быть создан только для типов данных, являющихся наследниками указанного класса;
- *Имя_интерфейса* — шаблон может быть создан только для классов, реализующих указанный интерфейс.

Следующий пример объявляет шаблон для хранения классов, являющихся наследниками `Person`:

```
public class TemplateTest<T> where T : Person
```

Вы не сможете создать теперь массив чисел на основе этого шаблона — только массив людей. Такое ограничение очень удобно, если вам действительно нужно хранить данные определенного класса. В этом случае вы можете безболезненно приводить переменную `T` к этому базовому классу, потому что мы точно знаем, что массив может быть создан лишь для хранения наследников `Person`.

Примечание

Исходный код примеров к этому разделу можно найти в папках *Source\Chapter5\TemplateProject1* и *Source\Chapter5\TemplateProject2* сопровождающего книгу электронного архива (см. *приложение*).

5.9. Анонимные типы

Отличие *анонимного типа* заключается в том, что у него нет имени. Когда мы создаем экземпляр какого-либо класса, то указываем тип класса и после этого можем задать значения свойств:

```
Person p = new Person() {
  FirstName = "Михаил",
  LastName = "Фленов",
  Age = 10
};
```

Чтобы этот код сработал, где-то должен быть объявлен класс `Person` и объявлены все его свойства.

Далеко не всегда бывает удобно писать объявление классов для каждого возможного случая. Если просто нужно создать какой-то единичный объект из хорошо структурированных данных, то можно использовать анонимный тип:

```
var p = new {
  FirstName = "Михаил",
  LastName = "Фленов",
  Age = 10
};
```

Здесь мы не указываем никакого класса, потому что его нет — он анонимный или, если по-другому сказать, без имени. В остальном задание свойств выглядит точно так же, как и в предыдущем примере.

Так как тип данных анонимный, то какого типа объявлять переменную? Тут есть два варианта: использовать `var`, как я сделал в этом примере, или объявлять переменную как `Object`, потому что все классы в .NET происходят от этого класса, даже если мы его не указываем. Первый вариант — с `var` — предпочтительней. Я говорил, что предпочитаю указывать всегда типы данных явно и не использовать `var`, но в нашем случае именно `var` подходит идеально, и отчасти ради этого его и создавали когда-то.

Как я узнал, что у анонимного типа будет свойство `FirstName` и что я ему могу присвоить значение? Ведь нигде нет описания класса, и мы не знаем, как он выглядит. На самом деле никакой ошибки тут нет — вы можете в фигурных скобках присваивать значения любым именам свойств, и компилятор создаст анонимный класс с теми свойствами, которым вы присвоите значения во время инициализации. Тип этих свойств будет определен в зависимости от контекста, как это происходит в случае с `var`.

В нашем примере будет создан класс без имени, обладающий тремя свойствами: `FirstName`, `LastName` и `Age`. Первые два будут строками, а последнее — числом.

Все свойства устанавливаются только для чтения, то есть попытка изменения приведет к ошибке уже на этапе компиляции:

```
p.FirstName = "Миша"; // Ошибка
```

Наверное, самое яркое преимущество использования анонимных типов данных — LINQ (Language Integrated Query, интегрированные в язык запросы), о котором мы поговорим в *главе 10*.

5.10. Кортежи

Кортежи (от *англ.* Tuple) используются для описания структуры данных, состоящей из последовательности элементов.

На мой взгляд, это не самая важная структура данных, и может быть поэтому она появилась в составе платформы .NET совсем недавно. Нет ничего такого, что может делать кортеж, чего нельзя реализовать с помощью классов.

Но кортежи все же удобны тем, что позволяют сгруппировать данные в одну переменную без необходимости объявлять новый класс. Если метод должен вернуть два значения, то можно использовать как раз кортежи.

Допустим, метод должен подсчитывать значения координат X и Y. Как вернуть оба значения сразу? Можно объявить класс из двух свойств, можно объявить структуру, а можно ничего не объявлять и использовать кортежи (`Tuple`):

Листинг 5.3. Пример использования кортежей

```
static void Main(string[] args) {
  Tuple<int, int> coordinates = new Tuple<int, int>(10, 20);
  Console.WriteLine(coordinates.Item1 + " " + coordinates.Item2);

  var coordinates2 = GetCoordinates();
  Console.WriteLine(coordinates2.Item1 + " " + coordinates2.Item2 + " " +
      coordinates2.Item3 + " " + coordinates2.Item4);
  Console.ReadLine();
}

static Tuple<int, int, int, string> GetCoordinates() {
  return new Tuple<int, int, int, string>(10, 20, 30, "Что-то");
}
```

В первой строке метода `Main` создается новый объект `Tuple`. В угловых скобках через запятую нужно указать тип данных для каждого элемента структуры данных, а их может быть до 8 штук. Но в нашем случае всего два элемента, и оба числовые.

После знака равенства мы инициализируем новый кортеж, примерно так же, как это происходит с инициализацией классов. Доступ к элементам кортежа осуществляется через свойства `Item`*X*, где *X* — это порядковый номер элемента в том же порядке, как мы их и создавали. Нумерация идет от 1 до 8.

А под этим кортежем я создал еще один метод: `GetCoordinates()`, который не делает ничего полезного, а только возвращает `Tuple` из четырех элементов, три из которых числа и еще один — строка.

5.11. Форматирование строк

При выводе в консоль я очень часто использую простой подход с объединением строк. Допустим, у нас есть переменная `index`, которую нужно вывести в консоль. С помощью объединения строк это можно сделать так:

```
int index = 10;
Console.WriteLine("Index variable = " + index);
```

Это достаточно просто и прекрасно работает, но начинает выглядеть некрасиво, когда у вас много переменных должны объединяться в специально сформатированную строку или когда формат находится в файле ресурсов и должен быть локализован. Дело в том, что при локализации переменные могут попадать в разные места: где-то имя идет первым, а где-то — фамилия, и эти правила должны находиться в строке формата, а мы только должны предоставить переменные.

Это можно решить с помощью форматирования, когда внутри строки находятся специальные *токены*, которые будут заменяться на реальные значения. Такие токены оформляются в виде чисел в фигурных скобках:

```
Console.WriteLine("Index variable = {0}", index);
```

Имеющийся в этой строке токен `{0}` будет во время выполнения заменен на значение нулевой переменной. Переменных может быть несколько:

```
Console.WriteLine("Вас зовут {0} {1}", FirstName, LastName);
```

В этой строке имеются два токена: с номерами 0 и 1, и во время выполнения токен `{0}` будет заменен на значение `FirstName`, а токен `{1}` — на значение `LastName`. Число здесь — это порядковый номер переменной.

Это все вывод в консоль, а если нам не нужно выводить в консоль? В этом случае можно использовать метод `String.Format`, который заменяет токены и возвращает результат:

```
String.Format("Index variable = {0}", index);
```

Вычислять токены по номерам не всегда удобно, особенно если строка большая. В этом случае намного эффективнее было бы вместо номеров в фигурных скобках указывать сразу же имя переменной. И это возможно, если перед началом строки поставить символ доллара:

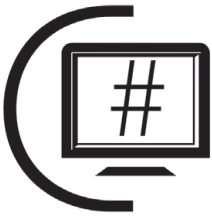
```
$"Index variable = {index}"
```

Если перед строкой стоит символ доллара, то имена фигурных скобках будут восприниматься как C# код, и тут можно держать переменные или даже выполнять какие-то небольшие вычисления.

В следующем примере я не просто вывожу значение переменной `index` — сначала оно увеличивается на 5, и потом уже выводится результат:

```
$"Index variable = {index + 5}"
```

ГЛАВА 6



Интерфейсы

Допустим, нам нужно сделать так, чтобы два класса могли иметь одинаковые методы. Если мы проектируем эти классы и они происходят от одного предка, который также разрабатывали мы, и если классы схожи по смыслу, то задачу можно решить легко — встроить объявление метода в класс-предок для обоих классов. Это объявление может быть как абстрактным, так и полноценным, с реализацией по умолчанию.

Но не кажется ли вам, что слишком много условий «если»? Мне кажется, что да, потому что все условия удается соблюдать далеко не всегда. Очень часто нарушается условие родственности классов, и нужно наделить два совершенно разных класса одним и тем же методом. Просто создать в классах методы с одним и тем же именем мало, необходимо еще и получить возможность использовать объектное программирование, а точнее — полиморфизм. Тут имеется в виду возможность вызывать метод вне зависимости от класса, т. е. не имеет значения, какой перед нами класс, важно то, чтобы у него был нужный нам метод или свойство с определенным именем.

Подобную проблему легко было решить в таком языке, как C++, благодаря *множественному наследованию* — когда один класс может наследоваться от нескольких и наследовать все их свойства и методы. Множественное наследование — мощная возможность, но очень опасная, потому что приводит к проблемам, когда классу нужно наследовать два других класса, у которых есть свойство или метод с одним и тем же именем. Как потом разделять эти методы и свойства? Как потом их использовать?

В современных языках множественное наследование отсутствует, вместо этого введено понятие *интерфейсов*, которые и решают такую задачу намного лучше.

Когда я учился программированию, то сразу не смог понять, в чем прелесть интерфейсов, потому что не было хорошего примера, который бы раскрыл мне их преимущества. По опыту могу сказать, что очень часто люди сталкиваются с подобными проблемами непонимания сути этой темы. Рекомендую прочитать статью **http://www.flenov.info/favorite.php?artid=52**, где я подробно описал несколько

случаев и шаблонов, дающих возможность получить максимальное преимущество от интерфейсов.

6.1. Объявление интерфейсов

Интерфейс — это объявление, схожее с классом, но в нем нет реализаций методов, т. е. все методы его абстрактны и не содержат реализации. С их помощью вы можете описать, какими функциями должен обладать класс и что он должен уметь делать. При этом интерфейс не имеет самого кода и не реализует функции. И это было отличным объяснением до появления C# 8-й версии, где Microsoft добавила возможность иметь реализацию по умолчанию. Так что сначала мы разберемся с интерфейсами, притворившись, что нельзя делать реализации, потому что именно так они задумывались изначально, а потом уже рассмотрим нововведение C# 8 (см. *разд. 6.8*).

Объявление интерфейса начинается со слова `interface`. В отличие от классов, интерфейсы не наследуют никакого класса, даже `Object`, автоматически наследуемого для всех классов. Вы также не можете указать модификаторы доступа для описываемых методов — все они считаются открытыми. В этом весь смысл интерфейса — описать действия, через которые мы потом сможем взаимодействовать с классами, которые реализуют интерфейс.

В *главе 3* мы написали небольшой класс `Person`. Давайте его вспомним и на его основе покажем пример использования интерфейса. Чем таким можно наделить человека, чтобы понадобился интерфейс? Я долго думал и решил наделить его функциями хранения денег. Деньги могут храниться не только в кармане у человека, но и в кошельке или в сейфе. Все это разные по идеологии классы объектов, поэтому пытаться реализовать их из одного класса будет самоубийством, — намного эффективнее описать функции, которые нужны для работы с деньгами в интерфейсе, и реализовать интерфейс в классе.

Следующий пример показывает, как может выглядеть интерфейс кошелька:

```
interface IPurse
{
  int Sum
  {
    get;
    set;
  }

  void AddMoney(int sum);
  int DecMoney(int sum);
}
```

Обратите внимание, что нет никаких модификаторов доступа. Интерфейсы создаются для того, чтобы описать методы, которые будут общедоступны, и чтобы эти методы вызывали другие классы, а значит, не имеет смысла описывать закрытые методы и свойства. Зато для самого интерфейса можно указать, является он открытым или нет.

Интерфейс не может иметь переменных, потому что открытые переменные — нарушение объектно-ориентированного подхода. Зато вы можете объявлять свойства. Вот это совсем не запрещено.

Обратите внимание на имя интерфейса — оно начинается с буквы `I` (от слова Interface). Такое именование не является обязательным, и вы можете именовать интерфейс как угодно. Но все же в .NET принято, чтобы имя интерфейса начиналось именно с буквы `I`, и я рекомендую вам придерживаться этого соглашения, потому что оно очень удобно. По одной букве можно сразу понять, что перед вами.

Впрочем, я встречал рекомендацию, что имена интерфейсов могут не начинаться с `I`, а включать фрагмент `Interface` в конце имени, и таким образом мы должны были бы назвать наш кошелек `PurseInterface`. Мне такой подход не по душе, потому что тогда имена интерфейсов в C# будут начинаться с `I` (этого мы уже изменить не можем), а наши интерфейсы — заканчиваться на слово `Interface`. Мое главное правило — какой бы метод именования ни существовал, главное, чтобы все было в одном стиле, и если в .NET уже есть какой-то стиль, то менять его не следует.

Теперь нужно определиться, где писать интерфейсы. В принципе, это такой же код, и вы можете добавить его описание в одном файле с классом, просто расположив их рядом в одном пространстве имен:

```
namespace InterfaceProject
{
  interface IPurse
  {
    // интерфейс
  }

  class SomeClass : IPurse
  {
     // класс
  }
}
```

Но лучше все же располагать каждый интерфейс в отдельном файле, как мы это делаем с классами. Для создания файла для интерфейса не требуется ничего сверхъестественного — достаточно щелкнуть правой кнопкой мыши на проекте и выбрать в контекстном меню **Add | New Item**. В открывшемся окне можно выбрать пункт **Class**, а можно и **Interface**. Оба пункта создают файл кода, разница только в том, какие пространства имен подключаются по умолчанию.

Поскольку интерфейс не имеет реализации у методов, а только объявляет их как абстрактные методы в классах, то вы *не можете* создать экземпляр интерфейса. Не для этого мы их объявляли.

Вы можете использовать шаблон создания нового класса — просто после создания файла измените в объявлении `class` на `interface`.

6.2. Реализация интерфейсов

Интерфейсы должны быть где-то реализованы, иначе они бесполезны. Реализация интерфейсов схожа с наследованием. Класс просто наследует интерфейс и может наследовать более одного интерфейса. Если класс может быть наследником только одного класса, то интерфейсов он может наследовать любое количество.

Давайте наделим нашего человека (класс `Person`) кошельком. Для этого наследуем интерфейс следующим образом:

```
class Person: IPurse
{
  // реализация класса
}
```

Так как любой класс, если он ничего не наследует явно, автоматически наследует класс `Object`, то предыдущая запись идентична следующему объявлению:

```
class Person: Object, IPurse
{
  // реализация класса
}
```

В этом случае мы явно говорим, что наш класс `Person` является наследником `Object` и реализует интерфейс `IPurse`. Если вы наследуете класс и интерфейс одновременно, то имя класса должно быть написано первым.

Но мало просто указать интерфейс среди наследников. Вы должны написать внутри своего класса реализацию всех свойств и методов интерфейса. Причем все они должны быть открытыми: `public`. Если вы забудете написать реализацию хотя бы одного метода или свойства, то компилятор выдаст ошибку компиляции. Интерфейсы должны реализовываться полностью или не реализовываться вовсе.

Возможный класс `Person` вместе с реализацией представлен в листинге 6.1.

Листинг 6.1. Реализация интерфейса `IPurse`

```
class Person: IPurse
{
  // здесь методы класса Person
  // ...
  // ...

  // Далее идет реализация интерфейса
  int sum = 0;
  public int Sum
  {
    get { return sum; }
    set { sum = value; }
  }
```

```
  public void AddMoney(int sum)
  {
    Sum += sum;
  }

  public int DecMoney(int sum)
  {
    Sum -= sum;
    return Sum;
  }
}
```

Внутри класса есть методы `AddMoney()` и `DecMoney()`, а также свойство `Sum`, которые уже были объявлены в интерфейсе. Мы их реализовали так же, как реализовывали абстрактные классы. Тут очень важным является то, что реализовывать приходится не только методы, но и свойства. Все свойства, указанные в интерфейсе, должны быть прописаны и в классе, реализующем интерфейс.

6.3. Использование реализации интерфейса

Теперь посмотрим, как можно использовать интерфейсы на практике. Самый простой метод использования — создать класс и просто вызывать методы. Например:

```
Person person = new Person("Михаил", "Фленов");
person.AddMoney(1000000);
```

В этом примере создается экземпляр класса `Person` с моими именем/фамилией, после чего вызывается метод `AddMoney()`, чтобы положить в кошелек этого человека миллиончик. Так как «этим человеком» являюсь я сам, то себе в карман хотелось бы положить именно столько денег, — надеюсь, что долларов, потому что за такие рубли квартиру нигде не купить. Вернемся к вызову. Тут ничего сложного нет, потому что мы просто вызываем метод `AddMoney()`, который реализован в классе. Несмотря на то что его объявление было вынужденным из-за реализации интерфейса `IPurse`, метод остается методом, и мы можем вызывать его, как и любые другие методы класса.

Но в таком вызове не видно всей мощи интерфейса. Чтобы увидеть ее, нужно посмотреть на листинг 6.2, где я использую методы интерфейса различными способами, которые будут более интересны.

Листинг 6.2. Пример использования реализации интерфейса

```
Person person = new Person("Михиал", "Фленов");
Object personObject;
IPurse purse;

personObject = person;
purse = person;
```

```
if (personObject is IPurse)
{
    ((IPurse)personObject).AddMoney(100);
    Console.WriteLine("Сумма в кошельке: " +
         ((IPurse)personObject).Sum.ToString());
}

purse.DecMoney((int)50);
Console.WriteLine("Сумма в кошельке: " + purse.Sum.ToString());
```

Теперь самое интересное — посмотрим, что происходит в этом листинге. В самом начале объявляются три переменные:

- `person` — классическая переменная класса `Person`, которая сразу же инициализируется;
- `personObject` — переменная самого базового класса `Object`. Ей я присваиваю значение переменной `person`;
- `purse` — переменная типа интерфейса `IPurse`. Мы не можем инициализировать интерфейсные переменные интерфейсами, потому что в интерфейсе нет реализации. Зато мы можем объявлять интерфейсные переменные и присваивать им значения.

В качестве значения интерфейсной переменной можно присвоить объект любого класса, который реализует этот интерфейс. В нашем случае класс `Person` реализует `IPurse`, значит, переменной `purse` мы можем присвоить любой объект класса `Person`. Например, мы могли бы проинициализировать переменную так:

```
IPurse purse = new Person("Михаил", "Фленов");
```

Но в методе `Main` я присваиваю ей значение переменной `person`. Получается, что все три переменные (`person`, `personObject` и `purse`), несмотря на разный класс, имеют одно и то же значение, и мы сможем через них работать с одним и тем же объектом. Так как с объектной переменной мы можем работать без проблем, то в этом примере посмотрим, как можно работать через интерфейс.

После инициализации мы пробуем добавить в кошелек деньги. Раньше, чтобы вызвать метод потомка, мы приводили переменную, указывая перед ней имя реального класса. То есть мы должны были бы написать:

```
((Person)personObject).AddMoney(100);
```

Здесь же мы приводим переменную `personObject` к классу `Person` (каким она и является на самом деле) и вызываем его метод `AddMoney()`. Методу передается значение числа, введенного в компонент `numericUpDown1`, приведенное к числу `int`.

У этого способа есть недостаток, т. к. он привязывается к определенному классу. В нашем случае перед нами может быть любой класс, который реализует интерфейс кошелька, и не обязательно `Person`. Можно сделать проверку, каким классом является переменная, и приводить переменную к этому классу, а можно использовать интерфейс и приводить к нему:

```
((IPurse)personObject).AddMoney(100);
```

Да, вы можете приводить переменную к интерфейсу, и если объект, который находится в переменной, реализует этот интерфейс, то код выполнится корректно. Соответственно корректно выполнится и наш пример, поскольку в переменной `personObject` класса `Object` действительно находится объект класса `Person`, а этот класс реализует нужный нам интерфейс.

Прежде чем выполнять приведение, лучше убедиться, что объект реализует интерфейс, а это можно сделать с помощью ключевого слова `is`. Это ключевое слово может проверять принадлежность переменной не только классу, но и объекта к интерфейсу. Если вы уверены, что в переменной находится класс, который реализует интерфейс, то проверку делать необязательно. Несмотря на то что я в нашем случае уверен, однако такую проверку добавил.

Приведение объектов можно делать двумя способами: указать нужный тип в скобках перед переменной или использовать ключевое слово `as`. Приведение типов к интерфейсу тоже можно делать двумя способами. Первый мы уже использовали, а второй будет выглядеть следующим образом:

```
(personObject as IPurse).AddMoney(100);
```

Здесь в первых скобках переменная `personObject` приводится к типу `IPurse`. Если это возможно, и объект в переменной действительно реализует этот интерфейс, то такая операция завершится удачно. Если объект не реализует интерфейса, то операция завершится ошибкой.

По нажатии кнопки уменьшения денег мы напрямую вызываем методы интерфейса через интерфейсную переменную:

```
purse.DecMoney(50);
```

Таким образом, нам абсолютно все равно, объект какого класса находится в переменной, — главное, чтобы этот объект реализовывал интерфейс, и тогда его метод будет вызван корректно.

> ***Примечание***
>
> Исходный код примера к этому разделу можно найти в папке *Source\Chapter6\InterfaceProject* сопровождающего книгу электронного архива (см. *приложение*).

6.4. Интерфейсы в качестве параметров

Интерфейсы удобны не только с точки зрения унификации доступа к методам, но и для получения универсального типа данных, который можно передавать как переменные в другие методы. Ярким примером передачи параметров типа интерфейсов являются коллекции, с которыми мы встретимся в *главе 7*.

Давайте сейчас напишем в нашем тестовом приложении метод, который будет универсально уменьшать деньги в кошельке:

```
void DecMoney(IPurse purse)
{
  purse.DecMoney(100);
```

```
    Console.WriteLine(purse.Sum.ToString());
  }
```

В качестве параметра метод получает интерфейс. Это значит, что мы можем передать в метод любой класс, который реализует интерфейс, и метод корректно отработает. Например, чтобы забрать деньги у нашего человека, мы могли бы вызвать этот метод следующим образом:

```
DecMoney(person);
```

Вы даже можете возвращать значения типа интерфейсов. Например, у вас может быть интерфейс `IMailClient`, который описывает методы отправки почты. Конкретными реализациями этого интерфейса могут быть `GmailClient`, `YandexClient` и т. д. Теперь можно создать метод, который в зависимости от ряда условий будет возвращать конкретную реализацию:

```
IMailClient GetEmailClient() {
  if (something) {
    return new GmailClient();
  }
  if (somethingelse) {
    return new YandexClient();
  }
}
```

Так мы можем делать очень гибкий код, который будет отсылать сообщения с помощью различных почтовых клиентов. Использование этого метода может выглядеть так:

```
var emailClient = Factory.GetEmailClient();
emailClient.SendEmail("to@email.com", "Subject", "Body");
```

Это, конечно, гипотетический пример. Чтобы лучше разобраться с подобными решениями, я бы рекомендовал познакомиться с *паттернами программирования* (Design Patterns). На эту тему есть несколько книг, но здесь я не могу посоветовать ничего конкретного, потому что тех книг, которые я читал в свое время, уже давно не найти.

6.5. Перегрузка интерфейсных методов

А что будет, если в классе, который мы используем, уже есть метод с именем, который должен быть реализован из интерфейса? Причем параметры и все типы совпадают! Очень интересный вопрос, особенно если эти методы должны действовать по-разному. Получается, что мы должны в классе реализовать два метода с одинаковыми именами, параметрами и возвращаемыми значениями. Судя по правилам перегрузки методов, такой трюк не должен пройти и компиляция подобного примера должна завершиться неудачей. Но в случае с методами интерфейсов такой способ существует.

Допустим, у нашего класса `Person` есть метод, который добавляет в кошелек удвоенную сумму денег, переданную в качестве параметра:

```
public void AddMoney(int sum)
{
  Sum += sum * 2;
}
```

Теперь нам нужно рядом реализовать такой же метод, который будет являться реализацией `AddMoney()` из интерфейса `Ipurse` и должен увеличивать содержимое кошелька на переданную в качестве параметра сумму без удвоения. Это можно сделать следующим образом:

```
void IPurse.AddMoney(int sum)
{
  Sum += sum;
}
```

Обратите внимание, что перед именем метода через точку написано имя интерфейса. Так мы явно указали, что именно этот метод является реализацией метода интерфейса `IPurse`.

Следует также обратить внимание, что пропал модификатор доступа `public`. В общем-то, он и раньше не был необходим, потому что все методы интерфейсов автоматически являются открытыми. А вот в нашем случае модификатор доступа указывать запрещено. Если вы явно указываете название интерфейса, который реализует метод, то указание модификатора доступа приведет к ошибке компиляции. Этот метод и так будет открытым.

А как теперь вызывать эти методы и различить их во время выполнения программы? Если у нас просто переменная класса, то будет вызван метод класса, который удваивает сумму:

```
Person person = new Person("Михаил", "Фленов");
person.AddMoney(10);
```

Чтобы вызвать метод интерфейса, мы должны явно привести переменную к интерфейсу, чем и укажем, что нам нужен метод именно интерфейса:

```
((IPurse)person).AddMoney(100);
```

Вот в этом примере будет вызван метод без удвоения.

Точно таким же образом мы можем решить проблему, когда класс наследует несколько интерфейсов, каждый из которых имеет метод с одним и тем же именем и одинаковыми параметрами, что может привести к конфликту. Например, у нас может быть интерфейс с именем `ITripplePurse` с такими же именами методов, но только они должны утраивать значение. Класс `Person` может наследовать сразу оба интерфейса без каких-либо конфликтов. Вариант такого решения показан в листинге 6.3.

Листинг 6.3. Наследование нескольких интерфейсов

```
class Person : IPurse, ITripplePurse
{
  // Методы класса Person
  ...

  // Реализация IPurse
  void IPurse.AddMoney(int sum)
  {
    Sum += sum;
  }

  int IPurse.DecMoney(int sum)
  {
    Sum -= sum;
    return Sum;
  }

  // Реализация ITripplePurse
  void ITripplePurse.AddMoney(int sum)
  {
    Sum += sum * 3;
  }

  int ITripplePurse.DecMoney(int sum)
  {
    Sum -= sum * 3;
    return Sum;
  }
}
```

Обратите внимание, что после объявления имени класса мы указываем через запятую два интерфейса. Таким образом, наш новый класс `Person` будет наследовать сразу их оба. Если учесть, что он еще и автоматически наследует класс `Object`, то у нас получилось аж тройное наследование.

Внутри класса есть реализация всех методов обоих интерфейсов, и перед именами методов явно указано, из какого интерфейса взята та или иная реализация. Теперь, если вы хотите вызвать метод `AddMoney()` интерфейса `IPurse`, то должны привести переменную объекта к этому интерфейсу:

```
Person person = new Person("Михаил", "Фленов");
((IPurse)person).AddMoney((int)numericUpDown1.Value);
```

Ну а если нужно вызвать метод `AddMoney()` интерфейса `ITripplePurse`, то это следует явно указать с помощью приведения типов:

```
((ITripplePurse)person).AddMoney((int)numericUpDown1.Value);
```

Примечание

Исходный код примера к этому разделу можно найти в папке *Source\Chapter6\InterfaceProject2* сопровождающего книгу электронного архива (см. *приложение*).

6.6. Наследование

Интерфейсы тоже позволяют наследование, и оно работает точно так же, как у классов. Если интерфейс наследует какой-либо другой интерфейс, то он наследует все его методы и свойства.

Например, следующий интерфейс может являться описанием сейфа:

```
interface ISafe: IPurse
{
  bool Locked
  {
    get;
  }

  void Lock();
  void Unlock();
}
```

Этот интерфейс наследует методы кошелька, только в нашем случае они будут класть деньги не в кошелек, а в сейф, или забирать их оттуда. Помимо этого, интерфейс имеет методы открытия `Unlock()` и закрытия `Lock()` сейфа, а также булево значение `Locked`, которое будет возвращать значение `true`, когда сейф закрыт. Класс, который реализовывает наш сейф, должен быть внимателен и не позволять класть или вынимать деньги, когда дверца крепко закрыта. К тому же он должен реализовать все методы и свойства, которые мы описали в сейфе и которые были унаследованы от кошелька.

Таким образом, вы можете строить целые иерархии интерфейсов. Не знаю почему, но мне пока не приходилось использовать более двух уровней наследования. Может быть, не попадалось таких сложных задач. Но количество уровней наследования может быть любым и зависит от ваших предпочтений и надобности.

Интерфейсы поддерживают множественное наследование, но только интерфейсов. Классы наследовать нельзя! Интерфейсы вообще не могут наследовать классы.

6.7. Клонирование объектов

Есть такой фильм с Арнольдом Шварценеггером — «Шестой день», в котором сюжет построен на запрещении клонирования людей. В фильме это сделали потому, что человеческий мозг слишком сложен и просто так его клонировать не получалось. Неудачные попытки привели к тому, что пришлось такое клонирование запретить.

Классы в C# тоже могут быть сложными, но, несмотря на это, их клонирование не запрещено. Да, неправильное клонирование может привести к проблемам, но эта ответственность ложится на плечи программиста. Просто процесс клонирования должен быть контролируемым, и он таковым является.

Итак, что произойдет, если мы произведем простое присваивание:

```
Person p1 = new Person();
Person p2 = p1;
```

Обе переменные — `p1` и `p2` — будут указывать на один и тот же объект в памяти. Изменяя свойство через переменную `p2`, мы изменяем объект, который инициализировался в `p1`.

А что, если нужно создать именно копию объекта, чтобы в памяти появился еще один объект с такими же свойствами, но это должен быть уже другой объект, независимый от `p1`. Для этого можно поступить так:

```
Person p2 = new Person(p1.FirstName, p1.LastName);
```

Но это же не универсально! Для каждого метода нужно писать собственный код создания копии. А что, если мы добавим к классу `Person` новое свойство? В этом случае придется найти все места, где мы клонировали код простым созданием нового объекта из конструктора, и изменить его.

А есть способ лучше? Конечно есть — реализовать интерфейс `ICloneable`. Интерфейс объявляет всего один метод, который вы должны реализовать в своем классе `Clone`. Задача этого метода — вернуть копию текущего объекта. В случае с нашим человеком это может выглядеть следующим образом:

```
public class Person: ICloneable
{
  ...
  ...

  public override Clone()
  {
    Person p = new Person(this.FirstName, this.LastName);

    // здесь может быть перенос других свойств,
    // которые не передаются через конструктор
    // p.Свойство = this.Свойство

    return p;
  }

  ...
  ...
}
```

Метод создает свою копию и возвращает ее в виде универсального класса `Object`. Чтобы воспользоваться этим методом клонирования, мы должны всего лишь реализовать следующий код:

```
Person p1 = new Person();
Person p2 = (Person)p1.Clone();
```

В этом примере для получения копии объекта вызывается метод `Clone()`. Копия возвращается в виде класса `Object`, а мы должны ее всего лишь привести к типу `Person`.

Теперь если в `Person` добавится новое свойство, то мы не должны бегать по всему проекту и искать ручное клонирование. Вместо этого нужно всего лишь подправить метод `Clone()`.

6.8. Реализация по умолчанию

Как уже омчелось ранее, в C# 8 появилась возможность сделать реализацию методов интерфейса по умолчанию. Потом классы, которые будут реализовывать интерфейс, могут предоставить свою реализацию, а могут и оставить вариант по умолчанию.

У следующего интерфейса только один метод `Display`, и он отображает какую-то строку в консоли:

```
interface DefaultInterface
{
    public void Display()
    {
        Console.WriteLine("Test");
    }
}
```

Несмотря на то что интерфейс уже имеет реализацию, мы все еще не можем инициализировать этот тип, и следующая строка завершится ошибкой:

```
DefaultInterface interfaceTest = new DefaultInterface();
```

Вы должны обязательно создать класс, который будет реализовывать интерфейс:

```
class DefaultInterfaceImplementation: DefaultInterface
{

}
```

Этот класс совершенно пустой и не реализует ни одного метода, и этого достаточно, потому что у единственного метода интерфейса есть реализация в интерфейсе. Вот этот класс мы уже можем инициализировать:

```
DefaultInterface test = new DefaultInterfaceImplementation();
```

Чтобы создать собственную реализацию метода интерфейса, просто добавляем ее к классу, как будто и не было никакой версии по умолчанию:

```
class DefaultInterfaceImplementation: DefaultInterface
{
    public void Display()
    {
        Console.WriteLine("New version");
    }
}
```

Я не люблю этот функционал и пока еще ни разу не использовал его в своих проектах или на работе. Предпочитаю относится к интерфейсам как к контрактам, которые должны лишь определять доступные действия и не должны содержать кода. Считаю, что реализация имеет право на жизнь, но стоит добавлять ее только в крайнем случае.

> ***Примечание***
>
> Исходный код примера к этому разделу можно найти в папке *Source\Chapter6\InterfaceDefault* сопровождающего книгу электронного архива (см. *приложение*).

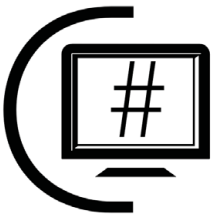
В случае с кошельком мы могли бы реализовать его методы прямо в интерфейсе:

```
interface IPurse
{
    int Sum
    {
        get;
        set;
    }

    public void AddMoney(int sum)
    {
        Sum += sum;
    }

    public int DecMoney(int sum)
    {
        Sum -= sum;
        return Sum;
    }
}
```

И теоретически это позволит нам иметь только одну реализацию в интерфейсе вне зависимости, какой класс перед нами: человек с кошельком, сейф, кассовый аппарат или что-либо другое. Но в этом случае мы получаем проблему наследования в ООП. Простое изменение поведения по умолчанию изменит поведение всех классов, которые используют его, и это может оказаться не совсем ожидаемым эффектом.

Если реализация действительно общая для всех, то тут можно решить проблему немного иным способом, но это уже вопрос не языка C#, а паттернов программирования и совершенно другой книги.

ГЛАВА 7



Массивы и коллекции

В этой главе мы подробнее разберемся с *массивами*. Мы уже бегло знакомились с этой темой, но глубоко заглянуть в нее не могли, поскольку не знали, что такое классы и интерфейсы. А знание интерфейсов для эффективной работы с массивами просто необходимо, т. к. интерфейсы тут очень часто используются.

7.1. Базовый класс для массивов

В C# все типы данных являются классами, и массивы тоже. Когда вы объявляете массив, например, `int[]`, то он автоматически наследуется от класса `Array` из пространства имен `System`. Класс `Array` предоставляет нам несколько статичных методов:

- `BinarySearch()` — бинарный поиск, который позволяет получить достаточно быстрый результат на заранее отсортированном массиве. Чтобы воспользоваться методом, нужно реализовать интерфейс `IComparer`;
- `Clear()` — этот метод предоставляет возможность удалить из массива определенное количество символов. Например, чтобы удалить 5 символов, начиная со 2-го, в массиве `myArray` нужно выполнить:

```
Array.Clear(myArray, 2, 5);
```

- `CopyTo()` — позволяет скопировать данные одного массива в другой;
- `IndexOf()` — определяет индекс элемента в массиве. Если объект в массиве не найден, то метод вернет индекс наименьшего элемента в массиве минус единица. Индексы нумеруются с нуля, поэтому результатом вы увидите –1;
- `LastIndexOf()` — находит последний индекс объекта в массиве, если в массив несколько раз добавлен указанный объект;
- `Reverse()` — переворачивает массив в обратном направлении;
- `Sort()` — сортирует массив. Если в массиве находятся данные не простого типа, а классы, объявленные вами, то для сортировки нужно реализовать интерфейс `IComparer`. Для простых типов данных сравнение произойдет автоматически.

Класс также содержит свойство `Length`, которое позволяет определить количество элементов массива.

Примеры использования сортировки и разворачивания массива наоборот (реверс) можно увидеть в листинге 7.1.

Листинг 7.1. Использование статичных методов класса `Array`

```
int[] test = {10, 20, 1, 6, 15 };

// сортировка
Console.WriteLine("Отсортированная версия: ");
Array.Sort(test);
foreach (int i in test)
  Console.WriteLine(i);

// реверс элементов массива
Console.WriteLine("Реверсная версия: ");
Array.Reverse(test);
foreach (int i in test)
  Console.WriteLine(i);

// Удаление двух элементов массива
Console.WriteLine("Текущий размер: {0}", test.Length);
Array.Clear(test, 2, 2);
Console.WriteLine("После очистки: {0}", test.Length);

foreach (int i in test)
  Console.WriteLine(i);
```

Первые два блока кода просты и логичны. Сначала мы сортируем массив с помощью метода `Sort` и выводим его в консоль, а потом разворачиваем его на 180° и снова выводим на экран. Результат в консоли вполне понятен — сначала мы получаем отсортированный по возрастанию массив, а потом отсортированный массив разворачивается, т. е. остается отсортированным, но только по убыванию.

Самое интересное происходит в статичном методе очистки. Ему передаются три параметра: массив, из которого нужно очистить несколько элементов, индекс элемента, начиная с которого будут очищаться элементы, и количество элементов. Если сейчас запустить пример и посмотреть на размер массива до и после очистки двух элементов с помощью метода `Clear()`, то вы увидите, что размер массива никак не изменился. Но почему? Потому что `Clear()` не удаляет элементы, а *очищает*, а это большая разница. Элементы остаются на месте, просто становятся пустыми, а в случае с числовым массивом превращаются в ноль.

7.2. Невыровненные массивы

До сих пор мы работали только с ровными многомерными массивами. Что это значит? Если мы объявляем двумерный массив в виде таблицы, то в каждой строке такого массива ровно столько элементов, сколько указано при создании, и это количество неизменно. А что, если нам нужно создать двумерный массив, в котором в первой строке 1 элемент, во второй строке 10 элементов, в третьей 5 и т. д., и абсолютно бессистемно. Такие массивы называются *невыровненными* (jagged).

Невыровненный двумерный массив объявляется в виде:

```
Тип_данных[][] переменная;
```

А как его инициализировать, если каждая строка может иметь разное количество элементов? Да очень просто — вы должны проинициализировать массив только количеством строк, а вот количество колонок для каждой строки нужно указывать в отдельности. Например:

```
int[][] jaggedArray = new int[10][];
jaggedArray[1] = new int[5];
jaggedArray[2] = new int[2];
jaggedArray[4] = new int[20];
```

В этом примере объявлена переменная `jaggedArray`, состоящая из 10 строк. После этого для отдельных строк задается явно количество элементов в строке. Количество элементов задано только для строк с индексами 1, 2 и 4. Остальные останутся нулевыми (не проинициализированными), и доступ к ним будет запрещен. При попытке прочитать или изменить значение за пределами проинициализированных элементов произойдет ошибка.

А как обращаться к элементам такого массива? Каждую размерность нужно указывать в отдельной паре квадратных скобок. Следующий пример изменяет элемент в строке 1 и колонке 2 на единицу:

```
jaggedArray[1][2] = 1;
```

Чуть более интересный пример приведен в листинге 7.2. В нем создается массив из 10 строк. Количество элементов в строке с каждой новой строкой увеличивается на единицу, создавая треугольный, а не прямоугольный массив элементов. Результат работы этого консольного примера показан на рис. 7.1.

Листинг 7.2. Невыровненный массив

```
int[][] jaggedArray = new int[10][];

// массив выделения памяти для каждой строки
for (int i = 0; i < jaggedArray.Length; i++)
  jaggedArray[i] = new int[i];

// использование массива
for (int i = 0; i < jaggedArray.Length; i++)
```

```
{
  for (int j = 0; j < jaggedArray[i].Length; j++)
  {
    jaggedArray[i][j] = j;
    Console.Write(jaggedArray[i][j]);
  }
  Console.WriteLine();
}
```

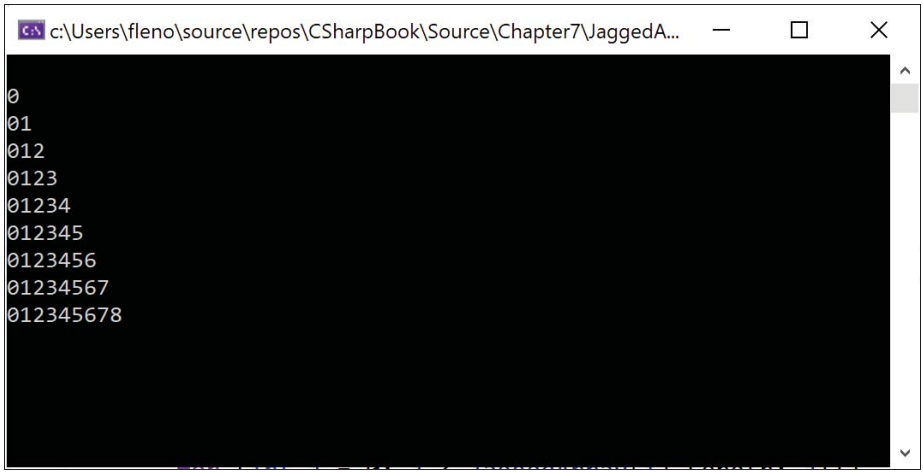


Рис. 7.1. Массив в виде треугольника

Обратите внимание, что количество элементов в массиве — 10, а мы видим треугольный результат в виде 9 элементов в строку и в колонку (числа от нуля до восьми), а не 10-ти. Куда делся еще один элемент? Попробуйте сейчас увидеть ответ в коде примера.

Чтобы создать треугольный массив, после объявления невыровненного массива запускается цикл, который выполняется от нуля до количества элементов в массиве. Чтобы определить количество элементов, мы используем свойство `Length`, о котором говорилось в *разд. 7.1*. Это свойство унаследовано от базового класса массивов.

Внутри цикла мы инициализируем очередную строку текущим значением счетчика в переменной `i`. Вот тут и скрыт ответ на вопрос, почему мы видим треугольный массив из 9 элементов, а не из 10-ти. Дело в том, что на самом первом шаге счетчик равен нулю, а значит, в нулевой строке будет ноль элементов. Видите на рис. 7.1 в самом верху пустую строку? С ее учетом у нас и получается полный комплект из 10 элементов.

Потом запускается еще один цикл, который перебирает все строки треугольного цикла, а внутри этого цикла запускается еще один цикл, который перебирает все элементы колонок текущей строки. Во внутреннем цикле значение элемента изменяется и тут же выводится в консоль.

7.3. Динамические массивы

Все массивы, которые мы создавали до этого момента, имели один очень серьезный недостаток — их размер был фиксированным и определялся во время инициализации. Но в реальной жизни далеко не всегда мы знаем, какого размера должен быть массив во время выполнения программы. Можно попытаться предсказать максимально возможный результат и выделить для его хранения максимально возможный размер, но при этом мы потратим слишком много памяти при отсутствии гарантии, что учли действительно самый страшный вариант.

Например, мы пишем программу, которая хранит количество машин на автостоянке. Какой величины массив создать? Допустим, что стоянка способна вместить 40 машин, и мы решили выделить с учетом запаса на всякий случай массив в 50 машин. А что, если на стоянке останется стоять только одна машина? Память для 49-ти отсутствующих машин будет расходоваться без толку, и оставшейся памяти может не хватить для полноценной работы другой программе.

Несмотря на то что компьютеры сейчас оперируют гигабайтами оперативной памяти (в моем собственном ноутбуке ее 8 Гбайт, а в служебном —целых 32), мы должны обходиться с этим ресурсом максимально аккуратно. Излишнее расходование ресурсов компьютера не даст вам плюса как программисту и вашей программе как инструменту. Не знаю, как вы, а я запросто могу отказаться от использования программы, если она станет работать медленно и будет забирать слишком много памяти.

А что, если наша стоянка решит расшириться в два раза и занять пространство соседней территории, т. е. сможет вмещать 100 машин? Наш массив окажется переполнен, 50 дополнительных машин в него просто не поместятся, и программа может завершиться ошибкой при добавлении 51-й машины.

Проблема решается с помощью *динамических массивов*. В .NET существует несколько классов, которые позволяют решить эту задачу.

Сейчас же мы познакомимся с классом `ArrayList`. Этот класс позволяет динамически добавлять и удалять память для хранения очередного элемента массива и использует столько памяти, сколько нужно, с небольшими затратами дополнительных ресурсов на поддержку динамики. Но эти затраты настолько невелики, что о них можно забыть. Например, однонаправленный список тратит дополнительно память размером всего лишь с одно число на каждый элемент для хранения ссылок.

Этот класс и другие коллекции .NET объявлены в пространстве имен `System.Collections`, поэтому не забудьте подключить это пространство с помощью оператора `using` к модулю, где будете использовать коллекции, поскольку это пространство понадобится для большинства примеров в этой главе:

```
using System.Collections;
```

Класс `ArrayList` хранит массив объектов класса `Object`. Так как этот класс является предком или одним из предков для всех классов, то это значит, что мы можем поместить в список объект абсолютно любого класса. Я даже скажу больше — вы

можете помещать в массив элементы разных классов. Первый элемент может быть класса `Person`, второй элемент — класса `Object`, а третий вообще может оказаться формой. Такие массивы можно назвать нетипизированными, потому что они не привязаны жестко к определенному классу элементов.

Хранение разных объектов в массиве весьма опасно, и при получении объектов из него нужно быть очень осторожным, чтобы правильно интерпретировать класс, которому принадлежит объект.

Итак, допустим, что нам надо наделить наш класс `Person` возможностью хранения списка детей. Использовать статический массив тут невозможно, потому что неизвестно, сколько элементов нужно выделить. Если выделить только 3 элемента, то большое количество многодетных семей не смогут уместить своих детей в этом списке. Если выделить целых 5 или даже 10 элементов, то для большинства семей этот список будет заполнен процентов на 10 или 20. Бессмысленное расходование памяти нецелесообразно.

Поэтому проблему можно решить с помощью динамического массива. Возможный вариант решения показан в листинге 7.3.

Листинг 7.3. Реализация динамического массива для списка детей

```
ArrayList children = new ArrayList();

public int NumberOfChildren { get { return children.Count; } }

public void AddChild(string firstName, string lastName)
{
    children.Add(new Person(firstName, lastName));
}

public void DeleteChild(int index)
{
    if (index >= 0 && index < children.Count)
        children.RemoveAt(index);
}

public Person GetChild(int index)
{
    if (index >= 0 && index < children.Count)
        return (Person)children[index];
    return null;
}

public Person this[int index]
{
    get { return (Person)children[index]; }
}
```

В этом примере объявлена переменная класса `ArrayList`. Переменная инициализируется как любой другой класс, и мы нигде не указываем размер будущего массива. Он будет расти и уменьшаться автоматически, по мере добавления или удаления элементов.

Чтобы не делать переменную `Children` открытой, но при этом предоставить возможность внешним классам работать со списком детей, я написал три метода: `AddChild()`, `DeleteChild()` и `GetChild()` — для добавления ребенка (элемента списка) в список, удаления его и получения.

Самое интересное происходит в методе получения элемента списка `GetChild()`. Метод получает в качестве параметра индекс элемента, который нужно вернуть. Сначала я проверяю значение `index`, чтобы убедиться, что это значение больше нуля и меньше количества элементов. Если у нас в списке только один элемент, а пользователь попытается удалить десятый, то это может привести к ошибке. Для доступа к элементу в списке `ArrayList` следует написать индекс нужного элемента списка в квадратных скобках после имени переменной:

```
Children[index]
```

Точно так же мы получали элементы массива статичного размера. Так как элементы массива нетипизированы и приравниваются к классу `Object`, то для получения класса `Person` (а элементы именно этого класса хранятся у нас в списке) мы используем приведение типов, указывая нужный тип в скобках перед переменной.

Давайте посмотрим на самые интересные методы и свойства класса `ArrayList`:

- `Count` — свойство, которое позволяет узнать количество элементов в массиве;
- `Add()` — добавление в список элемента, переданного в качестве параметра;
- `AddRange()` — добавление в список содержимого массива, переданного в качестве параметра;
- `Remove()` — удаление элемента, объект которого указан в качестве параметра. Если такой объект не найден в списке, то удаления не произойдет;
- `RemoveAt()` — удаление элемента с индексом, переданным в качестве параметра;
- `Clear()` — очистка содержимого списка;
- `Contains()` — позволяет узнать, есть ли в списке элемент в виде объекта, указанного в качестве параметра;
- `Insert()` — вставляет элемент в указанную позицию.

Этот класс также наследует все свойства и методы базового для списков класса `Array`. Соответственно, в нем есть методы сортировки, определения индекса элемента и т. д., потому что класс `Array` реализует такие интерфейсы, как `IList`, `ICollection` и `IEnumerable`, о чем мы уже говорили в начале главы.

> ***Примечание***
>
> Исходный код примера к этому разделу можно найти в папке *Source\Chapter7\ArrayListProject* сопровождающего книгу электронного архива (см. *приложение*).

7.4. Индексаторы массива

Давайте посмотрим, как сделать так, чтобы программист мог перечислять всех детей класса `Person`, обращаясь непосредственно к нему. Это вполне возможная операция, но для начала нужно в этот класс добавить следующий код:

```
public int GetChildrenNumber()
{
  return Children.Count;
}

public Person this[int index]
{
  get { return (Person)Children[index]; }
}
```

Сначала мы добавили классу открытый метод `GetChildrenNumber()`, который возвращает количество элементов в списке. После этого добавляется интересное свойство с именем `this`. Мы уже знаем, что в C# есть такое ключевое слово, которое указывает на текущий объект. Неужели так же можно называть еще и свойства? Можно, но не простые свойства, а *индексаторы*. Они получают параметры не в круглых скобках, а в квадратных. В нашем случае индексатор возвращает элемент массива, соответствующий элементу, запрошенному через переменную `index` из массива `Children`.

При обращении по индексу нужно быть осторожным, потому что если массив состоит из 10 объектов, а вы попытаетесь обратиться к элементу под индек-сом, превышающим 10, то приложение выдаст исключительную ситуацию `System.IndexOutOfRangeException`. Мы об этом еще не говорили, но в реальности это повлечет открытие окна, содержащего сообщение, что приложение выполнило недопустимую операцию, и предложение пользователю закрыть приложение или продолжить работу. Если он работу продолжит, то дальнейшее поведение программы может быть любым.

Произвольный доступ к памяти за пределами массива является серьезной уязвимостью в программах на многих языках, но платформа .NET защищает нас и не дает выполнять такие обращения. Если же вы это сделать попытаетесь, то будет выдано исключение. Поэтому перед обращением к элементу массива лучше проверить, является ли индекс положительным числом и меньше ли он, чем количество элементов в массиве.

Теперь посмотрим, как можно использовать этот индексатор. Если у вас есть переменная `person` класса `Person`, то к объектам детей можно обратиться следующим образом:

```
person[индекс]
```

Несмотря на то что класс `Person` не является сам по себе массивом, он стал работать как массив благодаря индексатору `this[int index]`. Индексатор просто возвращает

содержимое массива ArrayList. Если переменную children у класса Person сделать открытой (public), то благодаря написанному нами индексатору следующие две строки будут идентичны:

```
person[индекс]
person.children[индекс]
```

Допустим, вы хотите вывести на экран всех детей — для этого можно использовать следующий цикл:

```
for (int i = 0; i < person.NumberOfChildren; i++)
{
    Console.WriteLine(" " + person[i].FirstName + " " +
       person[i].LastName);
}
```

Не могу сказать, что этот код идеален. Переменная person — это объект, где хранятся данные человека, но когда мы обращаемся к person[i], то обращаемся к детям этого человека. К сожалению, с точки зрения логики пример не самый удачный, но мне нужно было как-то показать индексаторы, вот я здесь их так и показал, хотя в реальных проектах к такому способу прибегать бы не стал.

7.5. Интерфейсы массивов

Существует несколько интерфейсов, которые позволяют получить при использовании массивов всю их мощь. Укажу основные из них:

- ICollection — коллекция определяет методы добавления элементов в массив, получения интерфейса перечисления элементов и определения количества элементов. Именно этот интерфейс служит для доступа к элементам массива таких компонентов, как ListView, ListBox и т. д;
- IComparer — интерфейс, использующийся для сравнения элементов во время сортировки;
- IDictionary — интерфейс, позволяющий реализовать доступ к элементам по ключу/значению;
- IEnumerable — если класс реализует этот интерфейс, то объект этого класса можно использовать в операторе цикла foreach, т. е. он содержит необходимые методы, через которые можно перебирать элементы списка;
- IDictionaryEnumerator — содержит объявления методов, которые позволяют сделать интерфейс IDictionary перечисляемым. Этот интерфейс является наследником IEnumerable;
- IList — если класс реализует этот интерфейс, то к элементам его массива можно обращаться по индексу.

Далее я приведу описание ряда интересных решений по использованию интерфейсов в реальных приложениях. Интерфейсы при этом мы будем рассматривать не

в том порядке, как они указаны в приведенном списке, а так, чтобы рассказ получился максимально связанным.

7.5.1. Интерфейс *IEnumerable*

Если класс наследует интерфейс `IEnumerable`, то его можно использовать в цикле `foreach`. У нас есть класс `Person`, который, благодаря индексатору, может работать почти как массив. А что, если мы попробуем перечислить всех детей с помощью цикла `foreach`? Этот код завершится ошибкой:

```
foreach (Person children in person)
  Console.WriteLine(children.FirstName);
```

Так как класс `Person` не реализует интерфейса `IEnumerable`, операция перечисления будет невозможной. Неужели ради цикла нам придется открывать свойство `children` и использовать его?

```
foreach (Person children in person.children)
  Console.WriteLine (children.FirstName);
```

Можно и так, потому что свойство `children` является объектом класса `ArrayList`, а циклы используют интерфейс `IEnumerable` для перечисления элементов. Этот код вполне корректен, но мы можем сделать так, чтобы и предыдущий код тоже работал. Для этого класс `Person` должен реализовать интерфейс `IEnumerable`. Этот интерфейс описывает всего один метод `GetEnumerator()`, который возвращает интерфейс `IEnumerator`. В нашем случае реализация этого метода может выглядеть следующим образом:

```
public IEnumerator GetEnumerator()
{
  return Children.GetEnumerator();
}
```

Так как индексатор перенаправляет обращение по индексу к массиву `Children`, то метод `GetEnumerator()` может поступить так же. Он просто может вызвать такой же метод списка `Children`, и следующий цикл `foreach` заработает:

```
foreach (Person children in person)
  Console.WriteLine (children.FirstName);
```

Да, теперь этот код отработает корректно, и программа будет скомпилирована. Но на самом деле мы всего лишь использовали готовую функцию другого класса, и класс `Person` становится здесь только лишь посредником. А как самому реализовать `Enumerator`? Чтобы понять это, нужно посмотреть на возвращаемое значение метода `GetEnumerator()`. А возвращается в качестве значения `IEnumerator`. Методом сложнейшей дедукции можно догадаться, что символ `I` в начале названия говорит о том, что перед нами интерфейс. Значит, нам достаточно только реализовать его и вернуть свой вариант реализации.

Давайте создадим новый файл класса и назовем его `PersonEnumerator`. Этот класс будет реализовывать интерфейс перечисления (мой вариант можно увидеть в листинге 7.4).

Листинг 7.4. Класс `PersonEnumerator`

```
using System;
using System.Collections.Generic;
using System.Text;
using System.Collections;

namespace ArrayListProject
{
  public class PersonEnumerator: IEnumerator
  {
    int currIndex = -1;
    PersonClass.Person person;

    public PersonEnumerator(PersonClass.Person person)
    {
      this.person = person;
    }

    #region IEnumerator Members

    public object Current
    {
       get { return person[currIndex]; }
    }

    public bool MoveNext()
    {
      currIndex++;
      if (currIndex >= person.GetChildrenNumber())
        return false;
      else
         return true;
    }

    public void Reset()
    {
      currIndex = -1;
    }
    #endregion
  }
}
```

Сразу же посмотрим, как можно использовать наш собственный класс. Для этого метод `GetEnumerator()` в классе `Person` нужно изменить следующим образом:

```
public IEnumerator GetEnumerator()
{
  return new PersonEnumerator(this);
}
```

Теперь метод возвращает результат создания экземпляра класса `PersonEnumerator`, который реализует интерфейс `IEnumerator`. Интерфейс `IEnumerator` описывает всего три метода, которые необходимы для создания перечисления:

- `Current()` — метод должен возвращать текущий элемент списка. Это значит, что мы где-то должны держать счетчик, который будет указывать, какой элемент сейчас является текущим;
- `MoveNext()` — изменить счетчик или ссылку на следующий элемент списка;
- `Reset()` — сбросить счетчик.

В нашей реализации класс `PersonEnumerator` получает в конструкторе экземпляр класса `Person`, и в методах, которые реализуют интерфейс `IEnumerator`, происходит перебор всех детей списка.

Вы можете написать реализацию интерфейса так, чтобы перебор детей выполнялся в обратном порядке. Для этого просто нужно начальное значение счетчика устанавливать в максимальный индекс списка и при сбросе тоже переставлять счетчик на конец списка. При этом метод `MoveNext()` должен не увеличивать индекс, а уменьшать.

> ***Примечание***
>
> Исходный код примера к этому разделу можно найти в папке *Source\Chapter7\IEnumerableProject* сопровождающего книгу электронного архива (см. *приложение*).

7.5.2. Интерфейсы *IComparer* и *IComparable*

Эти два интерфейса можно рассматривать совместно, потому что они предназначены для сортировки элементов массива. Когда массив содержит простые типы данных — например, числа, то .NET и без вас знает, как их сравнивать. Если же в списке находятся элементы пользовательского типа (классы), то логику их сравнения вы должны написать сами. Тут платформа просто не сможет догадаться, по какому принципу вы хотите реализовать сортировку, и какие свойства классов нужно сравнивать.

Попробуйте сейчас написать в классе `Person` следующий метод:

```
public void SortChildren()
{
  Children.Sort();
}
```

Этот метод класса `Person` предназначен для сортировки объектов (детей). Попробуйте написать в тестовом приложении вызов этого метода:

```
Person person = new Person("Сергей", "Иванов");

person.AddChild("Сергей", "Иванов");
person.AddChild("Алексей", "Иванов");
person.AddChild("Валя", "Иванов");

person.SortChildren();
```

Попытка отсортировать массив завершится неудачей. Если вы запустите пример из среды разработки, то управление будет передано ей, и вы увидите сообщение об исключительной ситуации (рис. 7.2). Ошибка гласит, что произошел сбой при сравнении двух элементов массива. Платформа просто не поняла, как производить сравнение: сначала по имени, а потом по фамилии или, может, по возрасту.

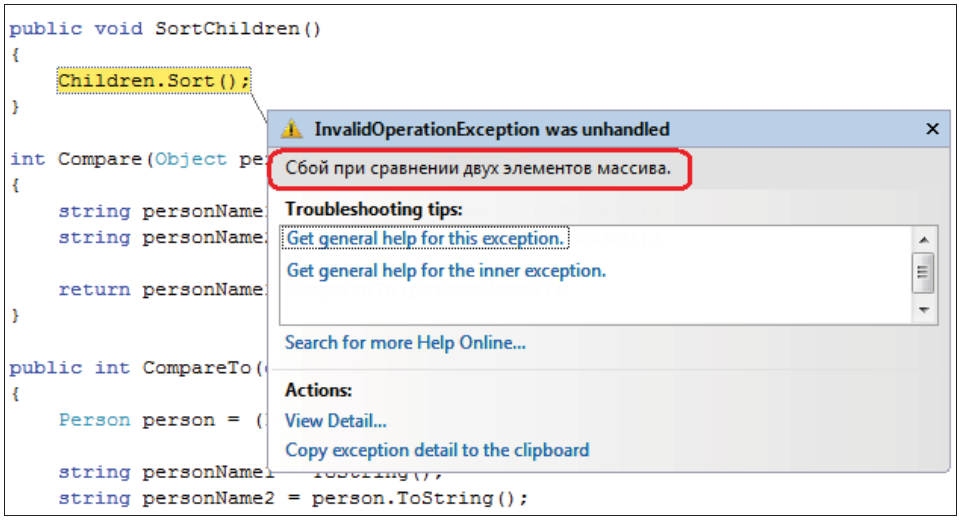


Рис. 7.2. Ошибка сравнения двух элементов пользовательского типа

В массиве находятся элементы класса `Person`. Чтобы объекты какого-либо класса могли участвовать в сортировке в массивах, такой класс должен реализовывать интерфейс `IComparable`. Этот интерфейс определяет только один метод — `CompareTo()`, который должен сравнивать текущий экземпляр класса с объектом, переданным в качестве параметра. В качестве результата метод должен вернуть число:

- если текущий объект меньше переданного объекта, то результат меньше нуля;
- если результат равен нулю, то объекты одинаковы;
- если результат положительный, то текущий объект больше переданного.

Добавьте сейчас интерфейс `IComparable` к нашему классу `Person`. Возможный метод сравнения `CompareTo()` может выглядеть так:

```
public int CompareTo(Object obj)
{
  Person person = (Person)obj;
```

```
    string personName1 = ToString();
    string personName2 = person.ToString();

    return personName1.CompareTo(personName2.ToString());
  }
```

В качестве параметра методу будет передаваться объект класса `Person`, но в описании интерфейса нам дается класс `Object`. Чтобы было удобнее, в методе заведена переменная класса `Person`, куда сохраняется приведенная переменная `obj`.

Теперь для еще одного удобства создаются две переменные. В первую переменную сохраняется текущий объект, приведенный к строке с помощью метода `ToString()`, а во вторую — сохраняется переданный объект, приведенный к строке таким же методом. Я тут подразумеваю, что будет использоваться переопределенный нами в *разд. 3.9* метод `ToString()`, который выглядит так:

```
public new string ToString()
{
  return FirstName + " " + LastName;
}
```

Получается, что в переменных `personName1` и `personName2` будут находиться строки, содержащие имя и фамилию, сложенные через пробел. Именно эти строки мы и сравниваем в последней строке метода. Для этого используется метод `CompareTo()`, который есть у строки. Обратите внимание на название метода! Да, это реализация метода для интерфейса `IComparable`. Получается, что у строки есть метод интерфейса, и поэтому массивы строк сортируются без проблем. Мы же используем его в своем методе сравнения.

Сравнивать по имени и фамилии в одной строке не самый удачный выбор — лучше сравнивать по каждому из полей отдельно. Давайте отсортируем сначала по фамилии, а потом по имени:

```
public int CompareTo(Object obj)
{
  Person person = (Person)obj;

  int result = this.LastName.CompareTo(person.LastName);
  if (result == 0) {
    return this.FirstName.CompareTo(person.FirstName);
  }
  return result;
}
```

Здесь я уменьшил количество промежуточных переменных и сразу использую объекты. Сначала происходит сравнение по фамилии. Если результат равен 0 (фамилии одинаковы), то возвращаем результат сравнения по имени. Иначе результатом будет сравнение фамилий из переменной `result`.

Теперь и мы реализовали нужный метод, и если сейчас запустить метод сортировки массива детей, то он отработает без проблем.

А что, если у класса есть реализация метода сравнения, но мы хотим выполнить свою сортировку на основе собственного алгоритма? Ну, например, мы хотим сравнивать только имена или только фамилии. А, может, мы добавим в класс поле возраста и будем сравнивать еще и его. Как поступить в этом случае? Можно создать наследника от `Person` и переопределить метод сравнения, но это не очень хорошее решение. Только ради того, чтобы создать новый алгоритм сравнения, создавать наследника неэффективно. Есть выход лучше — интерфейс `IComparer`.

У метода `Sort()` массивов есть перегруженный вариант, который получает в качестве параметра интерфейс `IComparer`. Этот интерфейс определяет один метод `Compare()`, получающий два объекта, которые нужно сравнить. В качестве результата возвращается число, как и у `CompareTo()`. Возможный вариант для нашего класса может выглядеть следующим образом:

```
int IComparer.Compare(Object person1, Object person2)
{
  string personName1 = ((Person)person1).ToString();
  string personName2 = ((Person)person2).ToString();

  return personName1.CompareTo(personName2);
}
```

Чтобы использовать этот метод, нужно вызвать метод `Sort()`, указав ему в качестве параметра объект, который реализует интерфейс `IComparer`. Поскольку мы реализовали этот интерфейс прямо в классе `Person`, метод можно вызвать так:

```
Children.Sort(this);
```

Но это не обязательно — в качестве параметра может быть передан любой другой класс, лишь бы он реализовывал `IComparer` и умел сравнивать объекты нашего класса. Посмотрим это на примере. Давайте создадим класс, который будет сортировать массив в обратном порядке. Да, это слишком простой пример, но наглядный:

```
class SortTest : IComparer
{
    int IComparer.Compare(Object person1, Object person2)
    {
        string personName1 = ((Person)person1).ToString();
        string personName2 = ((Person)person2).ToString();
        return personName2.CompareTo(personName1);
    }
}
```

Класс `SortTest` реализует интерфейс `IComparer`, и его метод похож на тот, что мы уже рассматривали. Разница заключается в строке сравнения. В нашем случае `CompareTo()` вызывается для второго человека, а не для первого, поэтому результат будет отсортирован в обратном порядке. Теперь этот класс можно использовать для сортировки, например, так:

```
Children.Sort(new SortTest());
```

Методу `Sort` передается экземпляр класса `SortTest`, который и будет сортировать данные массива `Children`. В этом примере создается экземпляр класса `SortTest`, и он сразу же — без сохранения в отдельной переменной — передается методу, потому что мы не будем больше использовать этот объект, так что и заводить переменную я не вижу смысла.

> ***Примечание***
>
> Исходный код примера к этому разделу можно найти в папке *Source\Chapter7\SortProject* сопровождающего книгу электронного архива (см. *приложение*).

7.6. Оператор *yield*

В C# есть еще один способ реализовать метод `GetEnumerator()` и при этом даже не реализовывать `IEnumerator`. Для этого используется оператор `yield`. С его участием метод `GetEnumerator()` будет выглядеть следующим образом:

```
public IEnumerator GetEnumerator()
{
  foreach (Person p in Children)
  {
    yield return c;
  }
}
```

В таком варианте метода `GetEnumerator()` мы запускаем цикл, который перебирает все элементы списка. В нашем случае это происходит в еще одном цикле `foreach`, но, в зависимости от приложения, это может быть реализовано по вашему усмотрению. Внутри цикла выполняется конструкция `yield return`. Это не просто `return`, который прерывает выполнение метода и возвращает значение, это `yield return`, который возвращает указанное значение внешнему итератору (циклу `foreach`) и продолжает работать без прерывания работы метода.

Тут нужно заметить, что `yield return` не может использоваться внутри блоков обработки исключительных ситуаций, о которых мы будем говорить в *главе 9*.

7.7. Стандартные списки

В .NET существуют несколько классов для работы с динамическими массивами, и все они описаны в пространстве имен `System.Collections`. С одним из этих классов мы уже познакомились — это `ArrayList`, который предоставляет нам возможность создавать массив с динамически изменяемым размером. Кроме того, в этом же пространстве имен можно найти следующие классы:

- `BitArray` — позволяет создать компактный массив битовых значений. Каждый элемент списка может принимать значения только `true` или `false`;
- `Hashtable` — коллекция, в которой данные хранятся в виде пары ключ/значение. Доступ к значениям в коллекции происходит по ключу и достаточно быстро;

- `Queue` — этот класс реализует список по принципу FIFO (*first-in*, *first-out* — первым пришел, первым ушел). Это значит, что элементы добавляются в конец списка, а снимаются только из начала;
- `SortedList` — список, в котором данные хранятся в отсортированном виде. Такие списки удобны, когда нужно реализовывать бинарный поиск или просто надо работать с данными как в словаре;
- `Stack` — эти списки строятся по принципу LIFO (*last-in*, *first-out* — последним пришел, первым ушел).

Наиболее интересными нам сейчас могут быть классы `Queue`, `Stack` и `Hashtable`, потому что работа с ними немного отличается от остальных. Списки `SortedList` и `BitArray` ближе к `ArrayList`, с которым мы уже знакомы, и тут проблем возникать не должно.

7.7.1. Класс *Queue*

Этот тип коллекции позволяет реализовать список в виде очереди, где элементы обрабатываются в порядке поступления. Мы сталкиваемся с такой обработкой каждый день в нашей реальной жизни, и коллекция очереди идентична по идеологии с очередью в магазине. Ведь это логично и честно, что чем раньше пришел человек, тем раньше его должны обслужить.

У класса `Queue` нет привычных для коллекций методов типа `Add()` и `Remove()`, потому что эти методы должны иметь возможность доступа к любому элементу списка, а это нарушает принцип очереди. Чтобы не нарушать этот принцип, у класса есть следующие три метода для работы с элементами:

- `Enqueue()` — добавить указанный в качестве параметра элемент в очередь. Элемент будет добавлен в конец списка;
- `Dequeue()` — вернуть очередной элемент очереди из списка и одновременно удалить его. Будет возвращен первый элемент списка;
- `Peek()` — вернуть очередной элемент очереди без удаления.

Следующий код показывает небольшой пример использования очереди:

```
Queue queue = new Queue();
queue.Enqueue("Первый");
queue.Enqueue("Второй");
queue.Enqueue("Третий");
queue.Enqueue("Четвертый");
queue.Enqueue("Пятый");

do
{
  String s = queue.Dequeue().ToString();
  Console.WriteLine(s);
} while (queue.Count > 0);
```

В этом примере создается экземпляр класса `Queue`, который наполняется пятью элементами. После этого запускается цикл, который выводит на экран все элементы. Цикл выполняется, пока в списке есть элементы.

Тут нужно быть внимательным при построении циклов, потому что метод `Dequeue()` сокращает размер списка на единицу. Это значит, что цикл `foreach` может завершиться ошибкой, да и цикл `for` тоже может выйти за пределы списка. Цикл `for` может выглядеть следующим образом:

```
for ( ; queue.Count > 0; )
{
  String s = queue.Dequeue().ToString();
  Console.WriteLine(s);
}
```

Первый и последний параметры цикла пустые. Достаточно только второго параметра, который проверяет количество значений в списке.

7.7.2. Класс *Stack*

Как и очередь, этот список не должен предоставлять возможности доступа к произвольному элементу, поэтому у него также есть свои методы для того, чтобы поместить объект в стек и снять очередной объект:

- `Push()` — поместить указанный в качестве параметра объект в стек;
- `Pop()` — снять последний добавленный в стек объект, т. е. вернуть объект с одновременным удалением;
- `Peek()` — вернуть очередной элемент без удаления его из списка.

Следующий код показывает пример использования стека:

```
Stack stack = new Stack();
stack.Push("Первый");
stack.Push("Второй");
stack.Push("Третий");
stack.Push("Четвертый");
stack.Push("Пятый");

for (; stack.Count > 0; )
{
  String s = stack.Pop().ToString();
  Console.WriteLine(s);
}
```

В отличие от примера с `Dequeue()`, в этом случае элементы будут выведены в обратном порядке их помещения в список. В остальном классы очень похожи по методу работы с ними.

7.7.3. Класс *Hashtable*

На самом деле этот класс хранит целых два списка: список ключей и список значений. Первый из них хранится в свойстве `Keys`, а второй — в свойстве `Values`. Эти два списка вы можете просматривать независимо, а можете использовать значения из списка ключей для доступа к значениям из списка значений.

Для добавления значений в оба списка используется всего один метод: `Add()`. Он принимает в качестве значений два параметра: ключ и соответствующее ему значение. И то, и другое имеют тип `Object`, значит, они могут быть абсолютно любого типа данных.

Хеш-таблица — это массив, в котором хранятся *хеши*. Я понимаю, что это очень логичное объяснение и абсолютно бесполезное, поэтому попробую изъясниться чуть подробнее. Так что такое хеш? Это некое преобразование данных. Самый простой способ получить хеш — использовать деление на какое-нибудь число и взять при этом только целую часть. Так мы можем уплотнить данные в очень маленький массив.

Допустим, что у нас есть массив, данные которого могут изменяться от 0 до 10 000. При этом мы знаем, что массив состоит из 100 элементов. Как сделать так, чтобы получить максимально быстрый способ доступа к любому элементу? Самый быстрый способ — создать массив из 10 000 элементов и помещать в него данные в соответствии со значением. Например, число 5 нужно поместить в пятую позицию массива. Теперь, чтобы найти любое число, нужно просто обратиться к элементу массива по его номеру (индексу). Если значение по индексу нулевое, то значит, в массиве просто нет такого значения.

Но у нас вариантов значений 10 000, а заполненных элементов всего 100. Не кажется ли вам, что это слишком расточительный расход памяти? Я считаю, что так оно и есть. Проблему решает хеш. Прежде чем помещать значение в таблицу, просто делим его на количество элементов в массиве (100) и получаем позицию элемента в хеш-таблице. Так мы создаем массив только из 100 элементов и уплотняем в него значения.

Но ведь и $^{1}/_{100}$ будет представлена нулем, и $^{2}/_{1000}$ тоже — не забываем, что мы берем только целую часть. Получается, что оба значения придется поместить в нулевую позицию. Как решить эту проблему? Каждый элемент хеш-таблицы можно представить в виде списка (`List`), и тогда оба значения без проблем поместятся в нулевом элементе.

Это лишь пример того, как может быть реализован простой метод хеш-таблицы. Я не смотрел на внутренности реализации Microsoft, но, судя по скорости работы, они используют весьма эффективный метод.

Возможный вариант работы с хеш-таблицами можно увидеть в листинге 7.5.

Листинг 7.5. Пример работы с хеш-таблицами

```
Hashtable hash = new Hashtable();
hash.Add("Михаил Смирнов", new Person("Михаил", "Смирнов"));
```

```
hash.Add("Сергей Иванов", new Person("Сергей", "Иванов"));
hash.Add("Алексей Петров", new Person("Алексей", "Петров"));

Console.WriteLine("Значения:");
foreach (Person p in hash.Values)
  Console.WriteLine(p.LastName);
Console.WriteLine("\nКлючи:");
foreach (String s in hash.Keys)
  Console.WriteLine(s);

Console.WriteLine("\nДоступ к значению по ключу:");
foreach (Object key in hash.Keys)
{
  Person p = (Person)hash[key];
  Console.WriteLine("Ключ: '" + key + "' Значение:" + p.FirstName);
}
```

Сначала создается новый объект класса `Hashtable` и в него добавляются три пары ключ/значение. В качестве ключа выступает строка, а в качестве значения — объект класса `Person`. Теперь, чтобы получить объект по его ключу, можно использовать следующую строку:

```
hash["Михаил Смирнов"]
```

Обращение происходит точно так же, как и с простыми массивами, когда в квадратных скобках мы указывали индекс нужного нам элемента. В случае с `Hashtable` мы указываем не индекс, а ключ, который был задан при создании элемента.

После заполнения списка я показал вам, как можно перечислить:

- все значения в списке;
- все ключи в списке;
- все ключи в списке и соответствующие им значения.

Хеш-таблицы являются основой оптимизации для достаточно большого количества алгоритмов, поскольку они очень удобны, когда нужно хранить где-то два связанных массива, и они также весьма производительны с точки зрения доступа к элементам. Чтобы получить какое-то значение, мы просто обращаемся к таблице по ключу, и получаем его достаточно быстро. Если использовать простой список (массив), то для получения нужного элемента придется перебирать в его поиске все значения.

7.8. Типизированные массивы

Неудобство всех массивов из пространства имен `System.Collections`, которые мы рассмотрели в *разд. 7.7*, заключается в том, что они хранят нетипизированные данные. Любой элемент массива представляет собой экземпляр класса `Object`. Так как это базовый тип, то мы можем привести к нему абсолютно любые объекты и хра-

нить в массиве все, что угодно. Но это «что угодно» не является безопасным способом программирования. Если в массив поместить разные объекты, то приведение может оказаться проблематичным и вести к ошибкам в программах. Поэтому приходится быть аккуратным.

Когда в массиве должны использоваться объекты строго определенного типа, то лучше создать массив для хранения элементов только этого типа, чтобы вы не могли поместить в список что-либо иное. Так доступ к элементам может быть упрощен, а отсутствие необходимости приведения сокращает вероятность появления ошибок.

Существует несколько классов, с помощью которых можно создать списки различного типа для хранения объектов любого класса:

- `List` — наиболее популярный класс для работы с однонаправленным списком. Если вы не знаете, что выбрать, то лучше начать с использования этого класса;
- `LinkedList` — двунаправленный список, в котором каждый элемент списка имеет ссылку не только на следующий элемент в списке, но и на предыдущий;
- `Stack` — классический стек;
- `Queue` — классическая очередь.

Это основные классы, с которыми мне приходилось сталкиваться, хотя чаще я работаю именно с первым классом.

Для того чтобы создать строго типизированный список одного из указанных классов, используется следующий формат:

```
Список<тип> переменная;
```

Классы для работы с типизированными массивами находятся в пространстве имен `System.Collections.Generic`, так что не забудьте подключить его в начале файла:

```
using System.Collections.Generic;
```

В этом случае параметр *Список* можно заменить на любой класс списков, которые мы рассмотрели, а параметр *тип* — на любой тип данных.

Такую переменную нужно инициализировать, и это делается следующим образом:

```
Список<тип> переменная = new Список<тип>();
```

Все очень похоже на использование любого другого класса списка, просто после названия класса в угловых скобках указывается конкретный тип данных, который будет храниться в списке.

Мы рассмотрим строго типизированные списки на основе класса `List`, а работа с остальными классами практически идентична.

Итак, допустим, что нам нужно хранить список объектов `Person`. Чтобы объявить динамический массив строгого типа для хранения объектов этого класса, нужно написать следующую строку:

```
List<Person> = new List<Person>();
```

Посмотрим на пример из листинга 7.6.

Листинг 7.6. Использование строго типизированного массива

```
List<Person> persons = new List<Person>();

// заполняем массив
persons.Add(new Person("Иван", "Иванов"));
persons.Add(new Person("Сергей", "Петров"));
persons.Add(new Person("Игорь", "Сидоров"));

// изменяем имя нулевого человека
persons[0].FirstName = "Новое имя";

// вывод содержимого списка
foreach (Person p in persons)
  Console.WriteLine(p.FirstName + " " + p.LastName);
Console.ReadLine();
```

В этом примере создается строго типизированный список `persons` для хранения объектов класса `Person`. Затем в список добавляются три экземпляра класса `Person`. Самое интересное начинается после этого — в цикле `foreach` перебираются все элементы массива и выводятся имена и фамилии людей. При этом не нужно приводить тип данных. Когда мы изменяем имя нулевого человека, то не происходит никакого приведения типа данных.

Если попробовать добавить в массив любой другой тип данных, отличный от `Person`, то компилятор выдаст ошибку и не даст откомпилировать код. Например, попытка добавить строку завершится ошибкой:

```
persons.Add("Строка");
```

Если надо обратиться к элементам списка, нам не потребуется приводить типы данных, потому что перед нами строго типизированный список, и ничего, кроме объектов класса `Person`, там не может быть.

Тут есть один нюанс — наследственность. В типизированный список можно добавлять не только определенный тип, но и любых его наследников. Например, в список `List<Person>` можно добавлять не только объекты класса `Person`, но и любые объекты классов, которые будут являться наследниками от `Person`.

Чтобы продемонстрировать это, попробуйте поменять объявление списка в листинге 7.6 на следующее:

```
List<Object> persons = new List<Object>();
```

Так как `Object` является базовым для всех, то в такой список можно добавить и объекты `Person`, которые есть в этом примере. Значит, с добавлением никаких проблем не возникнет, зато возникнут проблемы со следующей строкой:

```
persons[0].FirstName = "Новое имя";
```

Поскольку на этот раз список объявлен как хранилище для объектов класса `Object`, то понадобится приведение типов, несмотря на то, что реально в списке хранятся объекты `Person`:

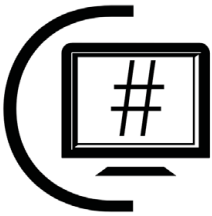
```
((Person)persons[0]).FirstName = "Новое имя";
```

Примечание

Исходный код примера к этому разделу можно найти в папке *Source\Chapter7\TypedArray* сопровождающего книгу электронного архива (см. *приложение*).

Старайтесь по возможности использовать типизированные версии массивов, потому что они защищают нас от возможных проблем добавления неверного объекта или ошибки при чтении.

ГЛАВА 8



Обработка исключительных ситуаций

Программисты очень часто пишут код, считая, что программа станет работать корректно, и окружение будет стабильно. Но, к сожалению, это далеко не всегда так.

Рассмотрим классическую задачу сохранения информации, когда программе нужно открыть файл, записать в него информацию и закрыть файл. Что тут сложного, когда в языке программирования есть все необходимое? А сложность возникает тогда, когда окружение оказывается нестабильным. Например, пользователь задал несуществующий путь для файла или указал в имени файла недопустимые символы. В этом случае вызов команды создания/открытия файла завершится неудачей, и если эту неудачу пропустить сквозь пальцы, то программа может рухнуть.

Даже если имя файла вы проверили, и оно в порядке, и система смогла открыть его, запись в файл также может завершиться неудачей по множеству причин. Например, это оказался внешний носитель (USB-накопитель), который просто раньше, чем надо, выдернули из разъема, или свободного места там недостаточно, а значит, программа не сможет сохранить все необходимые данные в файл, и снова произойдет крушение, если не отработать эти внештатные ситуации и не отреагировать на них должным образом.

Если происходит какая-то нештатная ситуация, то приложение генерирует исключение (Exception), и если на него правильно не отреагировать, то приложение завершится аварийно. Реагировать на проблемные ситуации — наша задача. Если выдернуть флешку USB, когда программа пытается сохранить на нее файл, как реагировать операционной системе? Продолжить выполнение? Но это может привести к серьезным проблемам, поскольку программа, не зная, что ей в такой ситуации делать, может зависнуть, да и весь компьютер «подвесить»… Чтобы программа не зависла, а продолжила работать, наша задача — перехватить ошибку и восстановить корректное состояние.

Все мы люди, и всем нам свойственно ошибаться, поэтому к проблемам работы программы может привести и несовершенство исходного кода или логики выполнения. Во всех этих случаях нам на помощь может прийти механизм обработки исключительных ситуаций.

8.1. Исключительные ситуации

Прежде чем мы приступим к рассмотрению механизма обработки исключительных ситуаций в .NET, я хочу еще немного времени потратить на лирику про ошибки и возникновение исключительных ситуаций, чтобы вы лучше понимали, когда нужно задействовать этот механизм. В случае с диском все понятно. Он не стабилен, на нем могут появляться плохие блоки, может закончиться место, или устройство может быть отключено пользователем в самый неподходящий момент. Так что в процессе работы с устройством мы должны отслеживать результат работы и реагировать на любые внештатные ситуации.

Но давайте посмотрим на следующий код:

```
double MyMul(int x, int y)
{
  return x / y;
}
```

Что в нем такого страшного? А страшным в этом коде является деление. В классической математике деление на ноль невозможно. Это в высшей математике нуля нет, а есть бесконечно малое число, при делении на которое появляется бесконечно большое число. Компьютер думает классически, а значит, при попытке разделить на ноль сгенерирует ошибку.

Случай с делением на ноль я бы отнес к ошибкам логики программы. Всегда, где есть вероятность деления на ноль, желательно сначала проверить значение переменной:

```
double MyMul(int x, int y)
{
  if (y == 0)
  {
    Console.Write("Ошибочка");
    return 0;
  }
  return x / y;
}
```

Эту проверку сделать не сложно, и использовать что-либо, кроме проверки на ноль, я не вижу смысла. Это лично мое мнение. А вот при работе с диском или любыми другими ресурсами, которые зависят от окружения, лучше задействовать механизм обработки исключений.

А что, если мы должны обрабатывать данные, вводимые пользователем? Мой опыт написания программ говорит, что далеко не всегда можно ограничиться проверками, чтобы обезопасить работу программы. На любую нашу гениальную идею по проверке корректности ввода некоторые пользователи умудряются ответить такими непредсказуемыми действиями, что и не знаешь, как на это отреагировать.

Чтобы проще было понять природу исключительных ситуаций, нужно знать, какие могут быть ошибки. Я попробовал классифицировать их следующим образом:

1. *Ошибки при работе с ресурсами компьютера, необходимыми программе*. Яркий пример такой проблемы мы уже рассмотрели — это доступность жесткого диска или внешнего носителя. Еще 15 лет назад была другая проблема — объем памяти. Сейчас компьютеры имеют уже достаточно оперативной памяти, а ОС Windows умеет эффективно использовать файл подкачки, поэтому об этой проблеме многие забывают. Если же вы хотите выделить очень большой массив данных или просто блок памяти напрямую от ОС размером более гигабайта, то я бы задумался о возможных в этих случаях исключительных ситуациях. Ошибки ресурсов необходимо отлавливать исключительными ситуациями, и это очень удобно.
2. *Ошибки логики приложений*. Бывают случаи, когда программист неправильно просчитал все варианты выполнения программы, и какой-то из вариантов привел к тому, что программа выполнила недопустимую операцию, — например, деление на ноль, выход за пределы массива, использование неинициализированной переменной и т. д. Такие ошибки достаточно опасны, но просто глушить их механизмом обработки исключений неправильно. Логические ошибки программы должны жестко отлавливаться системой, потому что попытки продолжить работу после внештатной ситуации опасны. Исключительные ситуации могут быть только хорошими помощниками для вылавливания проблем с логикой, но не их решением.
3. *Пользовательские ошибки*. Они могут быть результатом неправильных действий пользователя или некорректного ввода данных. Первый вариант с некорректными действиями ближе к логическим ошибкам. Если пользователь смог выполнить некорректную последовательность действий, то виновата логика программы, которая допустила такую последовательность. Эти ошибки нужно отлавливать и исправлять. А вот защищаться от некорректного ввода данных лучше двумя способами одновременно: проверкой вводимых данных на допустимость и обработкой исключительных ситуаций.

В ОС Windows нет жесткого механизма обработки исключительных ситуаций, и разные библиотеки и программы по-разному реагируют на проблемные ситуации и по-разному информируют о них пользователя. Например, программисты на C++ при вызове разных функций могут получать числовые константы, которые возвращают ошибки, а для получения подробной информации об ошибке может использоваться что угодно, — например, функция `GetLastError()`. Впрочем, такая функция вообще может отсутствовать, и тогда остается только искать документацию у производителя.

В .NET весь бардак с генерацией ошибок превратился в исключительные ситуации, которые теперь очень легко и удобно обрабатывать. При этом вы получаете всю необходимую информацию об ошибке, чтобы можно было корректно отреагировать на проблему без краха всего приложения.

8.2. Исключения в C#

Исключения в C# строятся на основе четырех ключевых слов: `try`, `catch`, `throw` и `finally`, а также классов исключительных ситуаций. Все исключения в .NET так или иначе происходят от класса `Exception` из пространства имен `System` (`System.Exception`). Я думаю, что нам нужно познакомиться с классом `Exception` более подробно, прежде чем двигаться дальше, — ведь этот класс является базовым для всех классов исключений, а значит, его свойства и методы наследуются всеми.

Итак, в составе `Exception` я бы выделил самое интересное :

- `Data` — коллекция в виде интерфейса `IDictionary`, в которой в виде списка ключ/значение пользователю дается подробная информация об исключении;
- `HelpLink` — может возвращать URL файла справки с дополнительной информацией по этому классу исключений;
- `InnerException` — информация о внутренних исключениях, которые стали причиной той или иной исключительной ситуации;
- `Message` — короткое, но в большинстве случаев понятное, текстовое описание ошибки;
- `Source` — имя сборки, сгенерировавшей исключение;
- `StackTrace` — строка, содержащая последовательность вызовов, которые привели к ошибке. Это свойство может быть полезно с точки зрения отладки кода и исключения возникшей проблемы.

Давайте посмотрим на исключительные ситуации поближе. Для этого возьмем классическую задачу превращения строки в число. Мне достаточно часто приходится в окнах устанавливать поля ввода или читать данные с носителей, а потом превращать их в число. Создадим консольное приложение и напишем в методе `Main()` этого приложения следующий код:

```
while (true)
{
  Console.WriteLine("Введите число");

  string inLine = Console.ReadLine();
  if (inLine == "q")
    break;

  int i = Convert.ToInt32(inLine);
  Console.WriteLine("Вы ввели {0}", i);
}
```

Здесь запускается цикл `while`, который должен выполняться, пока условие в скобках не станет равным `false`. Так как условия нет, а просто стоит `true`, то такой цикл может выполняться вечно (бесконечный цикл). Единственный способ его прервать — явно написать оператор `break` внутри цикла.

Внутри цикла мы предлагаем пользователю ввести число. Теперь считываем строки и проверяем, что было введено. Если это буква `q`, то прерываем работу цикла, иначе пытаемся превратить строку в число. Запустите программу и попробуйте ввести числа. Все будет работать прекрасно, пока вы не введете символ или слишком большое число, которое не может быть преобразовано в тип данных `Int32`. Попробуйте ввести одну букву и нажать клавишу <Enter>. В результате вы увидите сообщение об ошибке (рис. 8.1), и программа завершит работу аварийно (если запустите программу не из среды разработки и не в режиме отладки).

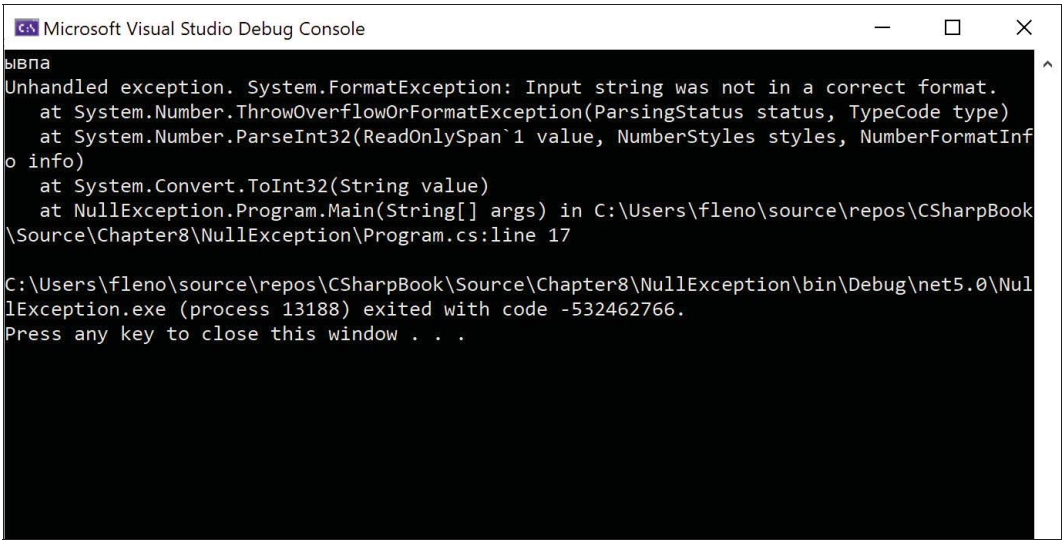


Рис. 8.1. Реакция на исключительную ситуацию при выполнении консольного приложения

Если запускать приложение из среды разработки, то в момент возникновения исключительной ситуации среда перехватит управление на себя и покажет нам место с ошибкой и класс ошибки (рис. 8.2). Нажав на ссылку **View Detail**, мы увидим дополнительное окно с подробной информацией об ошибке.

Как поступить в нашем случае? Понадеяться, что пользователь будет вводить только числа и не превысит максимального значения, или производить проверку строки? Я думаю, что большинство программистов используют тут исключительные ситуации, и это вполне приемлемый подход. Самый простой способ отловить проблемный код — заключить его в блок `try`:

```
try
{
  int i = Convert.ToInt32(inLine);
  Console.WriteLine("Вы ввели {0}", i);
}
catch (Exception fe)
{
  Console.WriteLine(fe.Message);
}
```

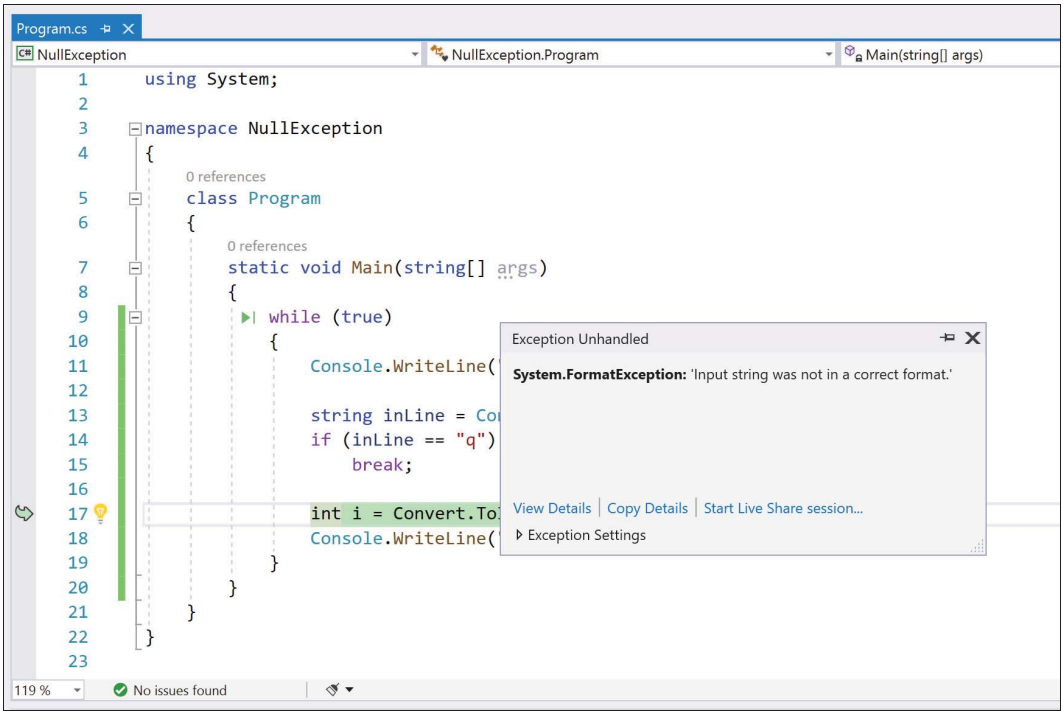


Рис. 8.2. Visual Studio перехватила управление на себя при исключительной ситуации

Строка, которая может привести к ошибке (в нашем случае к ошибке конвертирования), заключена в фигурные скобки `try`. Если внутри блока `try` произойдет ошибка, то управление будет передано в блок `catch`. Блоков `catch` может быть несколько, например:

```
try
{
  int i = Convert.ToInt32(inLine);
  Console.WriteLine("Вы ввели {0}", i);
}
catch (FormatException)
{
  Console.WriteLine("Вы ввели некорректное число {0}", inLine);
}
catch (Exception e)
{
  Console.WriteLine(e.Message);
}
```

Здесь после блока `try` идут сразу два блока `catch` подряд, а если необходимо, то их может быть и больше, — каждый блок для разных классов исключительных ситуаций. После ключевого слова `catch` в скобках указывается имя класса исключительной ситуации, который мы хотим отлавливать. В первом случае `catch` будет обра-

батывать события класса `FormatException` и всех его наследников (если такие есть или если вы создали их).

Второй блок `catch` чуть интереснее, потому что в нем стоит класс `Exception`, который является базовым для всех, а, значит, он отловит любое исключение, которое не было отловлено в других блоках. Помимо этого, в скобках указано имя переменной `e`, где нам передадут объект класса `Exception`, через который мы сможем получить информацию о произошедшей исключительной ситуации. В нашем примере выводится свойство `Message`, где находится описание ошибки. В первом блоке `catch` я не обращался к свойствам объекта, но если бы они были нужны мне, я мог бы объявить переменную, например, так:

```
catch (FormatException ef)
{
  ...
}
```

8.3. Оформление блоков *try*

Старайтесь включать в блок `try` только действительно необходимый код. Например, следующий код не слишком хорош:

```
while (true)
{
  try
  {
    Console.WriteLine("Введите число");

    string inLine = Console.ReadLine();
    if (inLine == "q")
      break;

    int i = Convert.ToInt32(inLine);
    Console.WriteLine("Вы ввели {0}", i);
  }
  catch (Exception e)
  {
  }
}
```

Код в этом примере плохой, потому что здесь в блок `try` заключено все содержимое цикла. Я размышлял как пессимист — а вдруг где-то произойдет ошибка, поэтому лучше ее заглушить. Поскольку мы не знаем, где во всем этом коде произойдет ошибка, то в блоке `catch`, благодаря использованию класса `Exception`, ловятся все события, но ничего не предложено в качестве какой-либо реакции на исключительную ситуацию. Такой подход называется попыткой заглушить исключительную ситуацию без попытки локализовать проблему. Никогда так не поступайте! Ошибки нужно исправлять, а не игнорировать.

Давайте разберемся, почему я в своих предыдущих примерах заключил в блок `try` строку вывода в консоль:

```
try
{
  int i = Convert.ToInt32(inLine);
  Console.WriteLine("Вы ввели {0}", i);
}
```

Да, эта строка не относится к проблемной ситуации, которую я пытаюсь локализовать с помощью `try`, но мне приходится так поступать, потому что переменная `i` объявлена внутри блока, и ее область видимости — только этот блок. За пределами блока я ее не увижу и не смогу вывести содержимое переменной в консоль. Для того чтобы вынести строку вывода переменной за пределы блока, мне нужно объявить переменную `i` перед блоком. Чтобы не делать этого, я пожертвовал переносом строки вывода в консоль внутрь блока `try`. Я надеюсь, любители качественного кода не покарают меня за этот ход.

Я люблю качественный код и стараюсь привить эту любовь и вам, но иногда отступаю от правил. Вы тоже можете отступать, но старайтесь делать это лишь тогда, когда без этого не обойтись.

Если вы хотите отлавливать все сообщения, и при этом вам не нужна переменная класса `Exception`, вы можете написать блок обработки следующим образом:

```
try
{
  ...
}
catch
{
}
```

Здесь после слова `catch` вообще нет указания на класс исключений. Это идентично написанию:

```
catch (Exception)
```

или:

```
catch (Exception e)
```

Такой метод применяют, когда не нужна переменная, а надо просто заглушить сообщение об ошибке.

8.4. Ошибки в визуальных приложениях

Если исключительная ситуация произошла в визуальном приложении, то .NET может отнестись к такой ошибке не так критично. Например, создайте окно и в нем поместите на форме поле ввода и кнопку, по нажатию на которую содержимое поля ввода будет переводиться в число:

```
int index = Convert.ToInt32(inputNumberTextBox.Text);
MessageBox.Show("Вы ввели: " + index);
```

Для конвертирования строки в число здесь также используется статичный метод `ToInt32()` класса `Convert`. Запустите приложение не в режиме отладки (не из среды Visual Studio) и попробуйте ввести в поле ввода что-то, не преобразуемое в число. В результате сработает исключительная ситуация. Для визуальных приложений .NET отображает другое окно, которое показано на рис. 8.3. Если есть возможность продолжить выполнение программы, то в окне будет кнопка **Продолжить**, по нажатию на которую можно попытаться продолжить выполнение программы. По нажатию кнопки **Сведения** пользователь может увидеть более подробную, но далеко не каждому понятную информацию об ошибке.

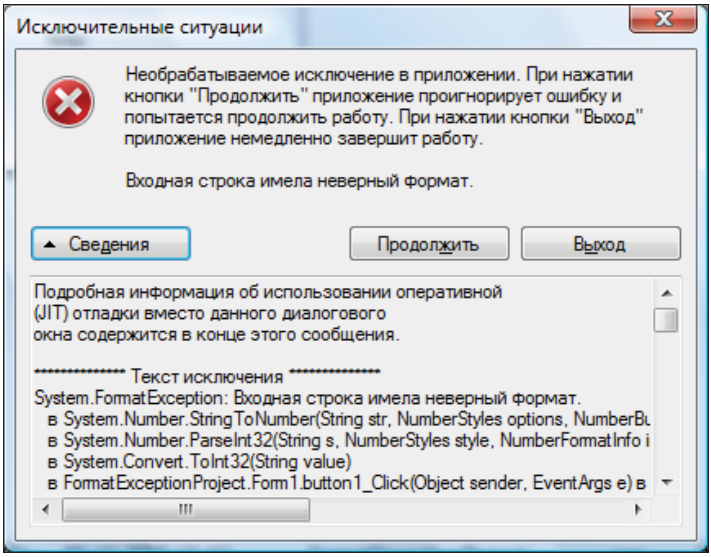


Рис. 8.3. Реакция на исключительную ситуацию в приложении WinForms

Но я бы не стал надеяться на .NET и на то, что программа сможет продолжить корректное выполнение. Намного эффективнее будет отловить исключительную ситуацию самостоятельно и предоставить пользователю более понятное сообщение об ошибке:

```
try
{
  int index = Convert.ToInt32(inputNumberTextBox.Text);
  MessageBox.Show("Вы ввели: " + index);
}
catch (FormatException)
{
  MessageBox.Show("Вы ввели некорректное число");
  return;
}
```

```
catch (Exception ex)
{
  MessageBox.Show("Неизвестная ошибка: " + ex.Message);
  return;
}
// другой код
...
```

В случае ошибки пользователь получит более простое и в то же время более понятное сообщение. При этом вы можете вызвать оператор `return`, чтобы прервать работу метода, или установить значение по умолчанию для переменной в блоке `catch` и продолжить выполнение. Это уже зависит от ваших предпочтений и от конкретной ситуации.

8.5. Генерирование исключительных ситуаций

Исключительные ситуации создаются не только системой. Вы можете самостоятельно создать исключительную ситуацию, и для этого служит ключевое слово `throw`. Где это можно использовать? Допустим, вам нужно, чтобы вводимое число было не более 10-ти. С помощью исключительной ситуации такую проверку можно выполнить так:

```
if (index > 10)
  throw new Exception("Вы ввели слишком большое значение");
```

Ключевое слово `throw` генерирует исключение, объект которого мы создаем после указания этого слова. В нашем случае мы создаем экземпляр базового класса `Exception`. В качестве параметра конструктору класса мы передаем описание ошибки, которое попадет в свойство `Message` созданного нами объекта исключительной ситуации.

Конечно же, такой пример не очень нагляден, и в реальной жизни вы не будете производить проверки таким методом. Чтобы показать более наглядный пример, я решил вспомнить, как мы создавали индексатор для класса `Person`, через который обращались к объектам `Children` (см. *главу 7*). В нем не было никаких проверок, поэтому вы могли без проблем написать в коде что-то типа `person[-10]`, что привело бы к генерированию исключения выхода за пределы массива. Получается, что индексатор можно реализовать следующим образом (хотя этот способ и не всегда лучший, но он работает):

```
public Person this[int index]
{
  get
  {
    if (index >= Children.Count)
      throw
        new IndexOutOfRangeException("Слишком большое значение");
```

```
        if (index < 0)
          throw
            new IndexOutOfRangeException("Отрицательное запрещено");

        return Children[index];
      }
    }
```

Теперь будет сгенерирована исключительная ситуация с более понятным описанием проблемы. Причем генерируется объект класса `IndexOutOfRangeException`, который как раз и проектировался специально для таких ситуаций, когда индекс выходит за границы.

Почему в этом коде нужно задействовать именно генерацию исключительной ситуации, а не просто отобразить диалоговое окно? Все очень просто — потому что этот класс может использоваться внешним классом, а он может быть где угодно и даже в консольном приложении, где наше диалоговое окно будет не совсем к столу. Внешний класс может не захотеть отображать никаких окон, а поставит с помощью блока `try...catch` простую заглушку, которая скроет наше сообщение и продолжит выполнение со значениями по умолчанию.

В таких случаях, когда проверка данных происходит внутри какого-то сервисного класса, а не класса конечного приложения или окна, лучше генерировать исключения, а не показывать какие-то свои окна. Если класс окна захочет, то отобразит нужное ему сообщение об ошибке, а если не захочет, то заглушит.

Если перед генерацией исключения нужно задать дополнительные параметры, то это можно сделать следующим образом:

```
IndexOutOfRangeException ex =
     new IndexOutOfRangeException("Ошибка");
ex.HelpLink = "http://www.flenov.info";
throw ex;
```

В этом примере я задаю у объекта дополнительное свойство `HelpLink` перед генерацией исключения.

8.6. Иерархия классов исключений

В .NET существует целая иерархия классов исключительных ситуаций. Вот основные ветки:

- `SystemException` — исключительные ситуации этого класса и его подклассов генерируются общеязыковой средой выполнения CLR и являются исключениями системного уровня. Такие ошибки считаются неустранимыми;
- `ApplicationException` — ошибки приложения. Если вы будете создавать свои классы исключительных ситуаций, то рекомендуется делать их потомками `ApplicationException`.

А как узнать, какие классы исключительных ситуаций может генерировать метод, чтобы знать, что обрабатывать? Эта информация находится вместе с описанием самих методов в MSDN. Но есть способ узнать классы быстрее — поставить курсор ввода на нужный метод и нажать комбинацию клавиш <Ctrl>+<K>+<I> или просто навести на метод указатель мыши. Должно появиться окно с кратким описанием метода и со списком возможных исключительных ситуаций во время вызова метода. На рис. 8.4 показано такое окно для метода `Convert.ToInt32()`. Как видите, в случае неудачного конвертирования метод может сгенерировать ошибку `FormatException` или `OverflowException`, и оба класса из пространства имен `System`.

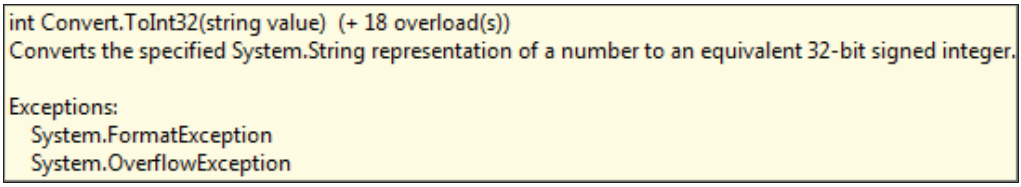


Рис. 8.4. Краткая информация о методе `Convert.ToInt32()`

8.7. Собственный класс исключения

Вы можете создавать и свои классы исключительных ситуаций. Такое очень часто нужно делать, если объект, который создается при ошибке, должен содержать какие-то пользовательские данные. В качестве примера давайте создадим двигатель, который будет генерировать свой собственный класс исключительной ситуации при попытке запустить его, когда он уже работает. При этом объект исключения должен хранить ссылку на двигатель, сгенерировавший исключение. Пример такого класса двигателя можно увидеть в листинге 8.1.

Листинг 8.1. Пример класса двигателя

```
public class CarEngine
{
  public CarEngine(string name)
  {
    Working = false;
    Name = name;
  }

  public bool Working { get; private set; }
  public string Name { get; set; }
  public void StartEngine()
  {
    if (Working)
      throw new EngineException(this, "Двигатель уже работает");
```

```
    Working = true;
  }

  public void StopEngine()
  {
    Working = false;
  }
}
```

В методе `StartEngine()` происходит проверка, работает ли уже двигатель, и если да, то выбрасывается исключение класса `EngineException`. Этому исключению передается текущий объект и сообщение об ошибке.

Теперь самое интересное — реализация класса `EngineException`. Ее можно увидеть в листинге 8.2.

Листинг 8.2. Реализация собственного класса исключения

```
public class EngineException: ApplicationException
{
  CarEngine engine;

  public EngineException(CarEngine engine, string message): base(message)
  {
    this.engine = engine;
  }

  public CarEngine Engine
  {
    get { return engine; }
  }
}
```

Здесь у нас объявлен класс `EngineException`, который является наследником класса `ApplicationException`. Обратите внимание на конструктор. Он получает в качестве параметров объект двигателя и сообщение. Объект двигателя сохраняется в переменной класса `EngineException`, и тут не возникает проблем. А вот описание нужно сохранить в свойстве `Message` предка `Exception`. Это не прямой предок (прямым является `ApplicationException`), а предок через колено, т. е. предок предка.

Проблема заключается в том, что свойство `Message` класса `Exception` доступно нам лишь для чтения. Мы можем его изменить только в конструкторе класса при инициализации. А как вызвать конструктор предка? Если нужно вызвать конструктор этого же класса, только перегруженный, то после скобок с параметрами мы указываем двоеточие и обращаемся к конструктору через ключевое слово `this`. Если нужен конструктор предка, то вместо `this` надо поставить `base`. По количеству пара-

метров, которые мы передадим `base`, платформа определит, какой из перегруженных конструкторов предка мы хотим вызвать. Вот таким простым и хорошим способом мы перенаправили переменную `message` предку в конструктор, чтобы он сохранил значение в свойстве `Message`.

Есть еще один способ сделать так, чтобы свойство `Message` возвращало нужное нам значение — переопределить свойство `Message`, как показано в листинге 8.3.

Листинг 8.3. Переопределение свойства предка

```
public class EngineException: ApplicationException
{
  CarEngine engine;
  String mymessage;

  public EngineException(CarEngine engine, string message)
  {
    this.engine = engine;
    this.mymessage = message;
  }

  public CarEngine Engine
  {
    get { return engine; }
  }

  public override string Message
  {
    get { return mymessage; }
  }
}
```

Переопределение свойства выгоднее тогда, когда вы хотите наделить свойство каким-то дополнительным функционалом или дополнительными проверками. В нашем случае этого нет, поэтому можно оставить код, как в листинге 8.2.

Теперь запуск двигателя в коде может выглядеть следующим образом:

```
try
{
  engine.StartEngine();
}
catch (EngineException ee)
{
  MessageBox.Show("Двигатель '" + ee.Engine.Name +
       "'\nСгенерировал ошибку: '" + ee.Message + "'");
}
```

В этом случае программа работает синхронно, и мы можем узнать имя двигателя, сгенерировавшего исключение, просто обратившись к переменной `engine`. Сохранение объекта в исключении эффективно в тех случаях, когда работа с объектом идет асинхронно, т. е. когда ошибка появилась через некоторое время после вызова метода `StartEngine()`, а если в программе несколько двигателей, то без сохранения ссылки на объект в классе исключения узнать виновника будет труднее.

8.8. Блок *finally*

Блок `finally` удобен тем, что он выполняется в любом случае, вне зависимости от того, произошла исключительная ситуация или нет. Если `catch` выполняется только при ошибке, то `finally` отработает всегда:

```
try
{
  // код
}
finally
{
  // код выполнится вне зависимости от наличия исключения
}
```

Блок `finally` можно использовать совместно с блоком `catch`:

```
try
{
  // код
}
catch
{
  // произошла ошибка в коде
}
finally
{
  // код выполнится вне зависимости от наличия исключения
}
```

Этот блок удобно использовать, когда вы работаете с какими-то выделяемыми ресурсами. Ярким примером такого ресурса могут быть файлы. Реальный код я сейчас не буду приводить, поэтому рассмотрим, как это может выглядеть:

```
try
{
  Открыть файл;
  Прочитать данные из файла;
  Обработать данные;
}
```

```
catch
{
  Сообщить пользователю об ошибке при работе с файлом;
}
finally
{
  if (файл открыт)
    Закрыть файл;
}
```

Некоторые программисты выносят операцию открытия файла из блока `try`, тогда в блоке `finally` не нужно проверять, открыт ли сейчас файл. Но методы открытия файлов тоже могут генерировать исключения, поэтому этот метод также нужно заключать в блок `try`. Я решил объединить все в одном блоке, хотя можно было и разделить на два.

Так как вызов закрытия файла написан в блоке `finally`, который выполняется вне зависимости от наличия исключения, то этим мы гарантируем, что файл будет закрыт в любом случае — отработали мы с ним корректно или нет.

8.9. Переполнение

Допустим, перед нами есть следующий код:

```
int x = 1000000;
int y = 3000;
int z = x * y;
```

По идее, в переменной `z` должен быть сохранен результат 3 000 000 000, но в реальности дело обстоит немного по-другому, — я бы сказал, совсем по-другому, потому что в результате перемножения мы получим –1 294 967 296. Те, кто имеет опыт программирования, должны знать о проблеме переполнения, а остальным попробую объяснить. Дело в том, что тип данных `int` имеет границы данных от –2 147 483 648 до 2 147 483 647. Результат перемножения `x * y` превышает максимально допустимое положительное число, поэтому произошло переполнение, и мы увидели некорректный результат.

В большинстве случаев числа `int` вполне достаточно, но если где-то нужно работать с большими числами, то переполнение может сыграть злую шутку. Самое страшное, что среда выполнения не сгенерирует никаких ошибок, и мы не узнаем, что произошло это самое переполнение. Это сделано для того, чтобы вычисления проходили быстрее, а вероятные выходы за предельные значения ложатся на ваши плечи.

Если у вас есть код, который может выйти за пределы и повлиять на результат работы, то лучше заключить его в ключевое слово `checked`. В этом случае, если в указанных вычислениях произойдет переполнение, будет сгенерирована исключительная ситуация `OverflowException`. Например:

```
int x = 1000000;
int y = 3000;
try
{
  int z = checked(x * y);
  Console.WriteLine(z);
}
catch (OverflowException e)
{
  Console.WriteLine("Значение результата превышает пределы");
}
Console.ReadLine();
```

Если вам необходимо выполнить сразу несколько операторов, результат которых может привести к переполнению, то эти операторы могут быть заключены в фигурные скобки после слова `checked`:

```
checked
{
  Операторы;
}
```

Например, в следующем примере сразу три строки выполняются в блоке `checked`, и переполнение в любой из них приведет к генерации исключительной ситуации:

```
checked
{
  int z = x * y;
  z *= 10;
  x = z - x;
}
```

А если у вас программа использует большое количество чувствительных к результату вычислений с большими значениями — неужели придется везде ставить блоки `checked`? Во-первых, в этом случае лучше выбрать тип данных с более высоким значением — например, `Int64`. Во-вторых, генерация исключения переполнения отключена по умолчанию, но это можно изменить для каждого проекта в отдельности. Откройте окно свойств проекта (щелкнув правой кнопкой мыши на имени проекта в окне **Solution Explorer** и выбрав в контекстном меню **Properties**) и в разделе **Build** нажмите кнопку **Advanced**. В открывшемся окне **Advanced Build Settings** (рис. 8.5) поставьте флажок **Check for arithmetic overflow/underflow** (Проверять на арифметическое переполнение/потери значимости). Теперь исключительные ситуации будут генерироваться при любых переполнениях даже без использования ключевого слова `checked`.

Но тут же возникает другой вопрос: а что, если мы включили генерацию исключительных ситуаций, но у нас в коде есть блок вычислений, который выполняется много раз, и он очень критичен ко времени выполнения? Например:

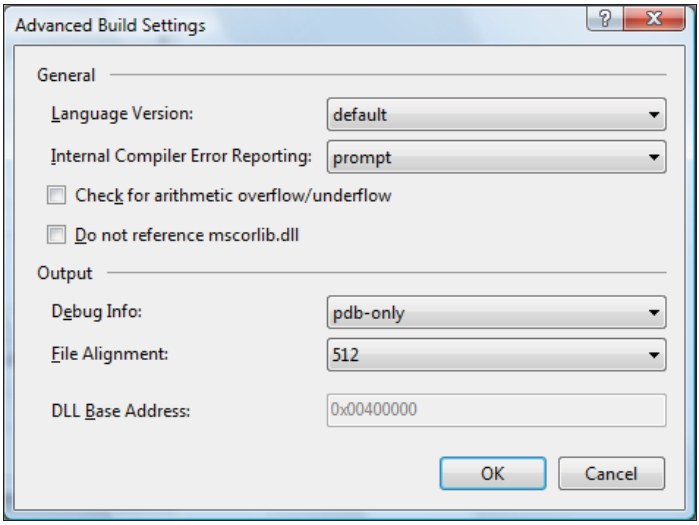


Рис. 8.5. Окно расширенных настроек проекта

```
for (int i = 0; i < 1000000; i++)
{
  Выполнить расчеты прогноза погоды;
}
```

Этот цикл выполняется миллион раз подряд, а расчеты погоды достаточно сложные, но не всегда точные. Если где-то произойдет выход за пределы, и вместо дождя мы предскажем солнце, то ничего страшного не произойдет. Подобные предсказания мы видим каждый день, особенно при долгосрочных прогнозах погоды, потому что прогнозирование — слишком неточная наука, и его точность зависит от срока.

Насчет «ничего страшного от выхода за пределы» я, конечно же, шучу. Если есть вероятность выхода за границы значений, то проверка необходима, и отключать ее не стоит, даже если это повысит скорость. Но допустим, что в расчете прогноза погоды мы используем самые большие переменные и гарантируем, что переполнения никогда не будет. Зачем миллион раз в каждой операции расчета проверять результат на выход за границы? Это плохо с точки зрения производительности, и отключение проверки может немного поднять скорость работы программы.

Если для всего проекта вы включили генерацию исключительных ситуаций при переполнении значения, то для определенного блока кода вы можете отключить проверку с помощью ключевого слова `unchecked`:

```
unchecked
{
  for (int i = 0; i < 1000000; i++)
  {
    Выполнить расчеты прогноза погоды;
  }
}
```

Любые вычисления в блоке `unchecked` не проверяются на выход за границы и не генерируют исключительных ситуаций. Несмотря на то, что для всего проекта генерация исключений переполнения включена, в этом блоке при переполнении ничего не произойдет.

8.10. Замечание о производительности

Обработка исключительных ситуаций не отличается высокой производительностью, поэтому некоторые разработчики не рекомендуют ее к использованию и ищут свои методы отображения ошибок. Например, если пользователь ввел некорректные данные, то в коде чтения данных от пользователя можно сгенерировать исключение, а поймать его и отработать уже в другом месте. Это отличный и, на мой взгляд, правильный подход.

Иногда противники исключительных ситуаций, пытаясь решить проблему производительности, начинают использовать коды ошибок. Так, если метод чтения данных от пользователя столкнулся с проблемой, то вместо исключения этот метод может возвращать какой-нибудь магический код, который может сказать нам, удалось прочитать данные или нет.

Я же предпочитаю использовать именно исключительные ситуации, потому что они делают код лучше с точки зрения чтения и поддержки. Это удобнее, чем ситуации, когда какой-либо метод возвращает мне некий магический код ошибки и мне потом приходится вспоминать, что он означает.

В C# строку можно превратить в число двумя методами: `Int32.Parse` или `Int32.TryParse`. Первый метод прост и удобен, но генерирует ошибку, если строку невозможно превратить число, и по классу ошибки мы можем определить, что именно не так. Второй метод возвращает только `true` — в случае успеха или `false` — в случае ошибки. Этот метод работает быстрее, но проблема в том, что мы не знаем, что именно произошло, если невозможно превратить строку в число.

В тех частях приложения, где нужна высокая производительность, я использую `TryParse`, но если прямого и сильного требования к производительности нет, то обращаюсь к `Parse` и отлавливаю исключительные ситуации.

ГЛАВА 9

События

Мы уже знаем, что Windows-приложения активно используют в своей работе *события*. Мы даже знаем, как легко и просто создать метод, который будет вызываться в ответ на какое-либо событие окна или элемента управления. Но среда разработки не говорит, почему и как определенный метод вызывается в ответ на нужное нам событие.

Для того чтобы создаваемые нами классы были действительно автономными и логически завершенными, они должны не только уметь выполняться самостоятельно, но и уметь сообщать о событиях, которые происходят внутри класса. Внешние классы должны иметь возможность регистрироваться в качестве наблюдателей за определенными событиями.

В этой главе мы узнаем, что такое *делегаты*, и впервые заговорим о многопоточности, потому что делегаты являются одним из возможных способов вызова метода асинхронно. Мы поймем, как работают события, как они регистрируются и как вызываются.

9.1. Делегаты

Чтобы понять, что нам предстоит изучить в этой главе, мы должны разобраться, как происходит работа событий. Технически все очень просто. Допустим, мы хотим создать событие для нашего класса `Person`, которое будет вызываться, если у человека в классе `Person` изменилось имя или фамилия. У людей имя и фамилия меняются очень редко, и вполне логично задавать эти свойства в конструкторе класса и иметь возможность контролировать момент, когда в этих свойствах произошли изменения. Фамилия и имя могут использоваться для отображения человека в элементах управления визуального интерфейса, и эту информацию нужно обновлять.

Наш объект `Person`, генерирующий событие, мы назовем *издателем* события. Объекты, которые хотят получить событие, будут называться *подписчиками*. Подписчик должен сообщить издателю, что он хочет получать уведомления о возникновении какого-то события, причем на одно и то же событие могут подписаться несколько объектов разных классов. Для того чтобы издатель смог вызвать методы

подписчиков, зарегистрированных на события, эти методы должны иметь строго определенный формат для того или иного класса события, который описывается с помощью делегата.

Мы подошли к очень интересному понятию — *делегат*. Это тип, определяющий полную сигнатуру метода события, которая включает в себя тип возвращаемого значения и список параметров. Например, вот так описан в C# делегат, который имеет два параметра:

```
public delegate void EventHandler(Object sender, EventArgs e)
```

Делегат описывает метод, который ничего не возвращает, и его два параметра это:

- `sender` — объект, который сгенерировал сообщение;
- `e` — объект класса `System.EventArgs`.

Если переменная описывает данные и их тип, то делегат описывает метод и говорит системе, какие параметры метод принимает и что возвращает.

Такое описание делегатов является не обязательным, но желательным. Вы можете создать делегат, который не будет иметь параметров или будет содержать только один параметр, но это не есть хороший тон в программировании. Я рекомендую использовать общепринятое соглашение, когда в первом параметре находится объект, который сгенерировал событие (издатель), а во втором параметре — объект с параметрами. Если ничего передавать не нужно, то во втором параметре желательно использовать `EventArgs` — базовый класс для данных события.

Класс `EventArgs` не содержит никаких данных по событию. Если вам нужно передать что-то подписчику — например, информацию о произошедшем изменении, то вы должны создать наследника от `EventArgs` и наделить его необходимыми свойствами.

9.2. События и их вызов

Делегаты описывают, как должен выглядеть метод в подписчике, который будет регистрироваться в качестве обработчика событий. Делегат также говорит издателю, метод какого типа будет вызываться, и какие параметры нужно передать подписчику. Получается, что делегат является как бы договором между издателем и подписчиком на формат вызываемого метода.

Вы можете использовать делегаты одного класса в разных издателях и в разных событиях. Для объявления события определенного делегата служит ключевое слово `event`. Например, давайте добавим в наш класс `Person` свойство для хранения возраста, и при попытке изменить возраст будет вызываться событие. Нам просто нужно проинформировать классы-подписчики о том, что изменился возраст, поэтому можно не создавать собственный делегат, а использовать готовый: `EventHandler`.

Итак, с помощью ключевого слова `event` объявляем событие с именем `AgeChanged` класса `EventHandler`:

```
public event EventHandler AgeChanged;
```

Событие объявляется публичным (public), чтобы его могли отлавливать сторонние подписчики (подписчики любого класса).

Чтобы сгенерировать событие, нужно лишь вызвать его как простой метод, например:

```
AgeChanged(this, new EventArgs());
```

Событие AgeChanged у нас объявлено как делегат EventHandler. Этот делегат получает в качестве параметров объект, который сгенерировал событие, и пустой экземпляр класса EventArgs. Чтобы передать объект, мы просто передаем в первом параметре this, а во втором параметре создаем экземпляр класса EventArgs.

Такой вызов метода пройдет без ошибок только в том случае, если есть хотя бы один подписчик для нашего события. Если подписчиков нет, то переменная события AgeChanged будет равна нулю, и этот вызов сгенерирует исключительную ситуацию. Как поступить в таком случае? Нет, отлавливать исключительную ситуацию будет не очень хорошим решением. Намного лучше просто проверить событие на равенство нулю:

```
if (AgeChanged != null)
  AgeChanged(this, new EventArgs());
```

Этот код уже более корректен, потому что перед генерацией события он проверяет AgeChanged на равенство нулю. Если событие не равно нулю, то существует хотя бы один обработчик, и мы можем генерировать событие.

Событие может вызываться только в том классе, в котором оно объявлено. Это значит, что вы не можете сгенерировать событие AgeChanged из объекта класса Zarplata.

Теперь посмотрим, как может выглядеть свойство Age для хранения возраста:

```
int age = 0;
public int Age
{
  get { return age; }
  set
  {
    if (value < 0)
      throw new Exception("Возраст не может быть отрицательным");

    age = value;

    if (AgeChanged != null)
      AgeChanged(this, new EventArgs());
  }
}
```

Я специально выбрал такое свойство, потому что оно интересно еще и с точки зрения ограничения. Возраст не может быть отрицательным, поэтому мы должны обя-

зательно добавить в класс проверку на попытку установить отрицательный возраст. Но что делать, если произошла такая попытка? Можно просто проигнорировать ее и не изменять значение, но, на мой взгляд, более корректным решением было бы сгенерировать исключительную ситуацию, чтобы проинформировать о проблеме. Иначе пользователь будет думать, что он изменил возраст, хотя на самом деле класс проигнорировал отрицательное значение. Именно это и происходит в аксессоре `set` в самом начале. Если проверка прошла успешно, то мы изменяем значение и генерируем событие.

Как теперь использовать событие в подписчике? Для визуальных компонентов в окне свойств появляется вкладка **Events**, где мы можем создавать обработчики событий. Но перед нами не визуальный компонент, и как поступить в этом случае? Придется писать код регистрации объекта в качестве подписчика вручную.

Создайте новое визуальное приложение WinForms и поместите на форму компоненты, с помощью которых можно будет работать с объектом класса `Person`. В общем-то, нам достаточно поля ввода `NumericUpDown` для ввода возраста и кнопки, по нажатию на которую станет изменяться значение возраста в объекте `p` класса `Person`:

```
p.Age = (int)ageNumericUpDown.Value;
```

В листинге 9.1 вы можете увидеть полный код класса такой формы.

Листинг 9.1. Класс формы с ручной регистрацией события

```
public partial class Form1 : Form
{
  Person p = new Person("Алексей", "Иванов");

  public Form1()
  {
    InitializeComponent();

    ageNumericUpDown.Value = p.Age;
    // регистрация события
    p.AgeChanged += new EventHandler(AgeChanged);
  }

  public void AgeChanged(Object sender, EventArgs args)
  {
    Person p = (Person)sender;
    MessageBox.Show("Возраст изменился на " + p.Age.ToString());
  }

  private void ageChangedButton_Click(object sender, EventArgs e)
  {
    p.Age = (int)ageNumericUpDown.Value;
  }
}
```

В этом примере в классе формы `Form1` объявляется объектная переменная `p` класса `Person`, с которой мы и будем работать. По нажатию кнопки у этого объекта изменяется возраст. Самое интересное происходит в конструкторе:

```
p.AgeChanged += new EventHandler(AgeChanged);
```

Что такое `AgeChanged`? Это событие, которое мы описывали в начале главы, и оно является типом делегата `EventHandler`. В событии регистрируются подписчики. Чтобы добавить свой объект в качестве получателя события, нужно выполнить операцию добавления к текущему значению нового экземпляра обработчика с помощью операции `+=`. Если нужно удалить обработчик события, то необходимо выполнить операцию `-=`.

Что мы прибавляем к событию? А прибавляем мы экземпляр делегата, которым является наше событие. Наше событие является делегатом `EventHandler`, а значит, мы должны добавить экземпляр `EventHandler`. Как создать экземпляр делегата? Такой вопрос еще интереснее, потому что в качестве параметра экземпляры делегатов получают имя метода, который должен вызываться в ответ на событие. Этот метод должен иметь точно такие же параметры, что и в описании делегата. В нашем случае мы передаем делегату `EventHandler` метод `AgeChanged()`. Именно этот метод станет вызываться каждый раз, когда объект `Person` будет генерировать событие.

На первый взгляд все выглядит немного запутано и сложно, но это только на первый взгляд, и все не так уж страшно на практике. Если что-то оказалось непонятным из описания, то я надеюсь, что пример расставит все на свои места. В следующем разделе мы научимся описывать собственного делегата и еще немного закрепим эту тему.

> ***Примечание***
>
> Исходный код примера к этому разделу можно найти в папке *Source\Chapter9\EventHandlerProject* сопровождающего книгу электронного архива (см. *приложение*).

9.3. Использование собственных делегатов

Если мы хотим не просто проинформировать объект о наступлении события, но и передать обработчику дополнительную информацию, то нужно расширить делегат `EventHandler` собственной реализацией. Допустим, нам нужно сделать так, чтобы при изменении фамилии или имени вызывался метод события, в который передавалось бы новое значение, и само событие вызывалось бы до изменения, чтобы класс-подписчик мог отменить изменение.

Итак, нам нужен такой делегат для нашего события, который в качестве второго параметра будет передавать объект класса, содержащий новое значение имени/фамилии и какой-то индикатор. Индикатор и определит, надо принять изменение или нет.

Почему этот класс нужно передавать именно во втором параметре делегата и почему не надо передавать текущее значение, а только новое? Ответ кроется в первом

параметре. Как мы уже говорили, хорошее событие должно передавать в первом параметре объект, который сгенерировал событие. Получается, что первое место уже занято. Так как в этом параметре находится нужный нам объект, и событие вызвано до изменений, то мы можем получить текущее значение через объект из первого параметра.

Соответственно, нам нужен такой делегат, который в первом параметре передает объект, сгенерировавший событие, а во втором параметре — наш класс, который является расширением базового `EventArgs`. Для начала посмотрим на класс-расширение базового. Его возможная реализация приведена в листинге 9.2.

Листинг 9.2. Реализация собственного класса для параметров сообщений

```
public class NameChangedEvent: EventArgs
{
  // перечисление, определяющее тип изменения
  public enum NameChangingKind { FirstName, LastName }

  // конструктор
  public NameChangedEvent(string newName, NameChangingKind nameKind)
  {
    NewName = newName;
    NameKind = nameKind;
    Canceled = false;
  }

  public string NewName { get; set; }
  public bool Canceled { get; set; }

  public NameChangingKind NameKind { get; set; }
}
```

Наш класс является наследником от базового `EventArgs` и имеет три дополнительных свойства:

- `NewName` — строка, в которой хранится новое имя, которое мы хотим установить;
- `Canceled` — если это свойство равно `true`, то изменения нельзя принимать;
- `NameKind` — тип изменяемого имени. Этот параметр является перечислением `NameChangingKind`, которое объявлено тут же в классе, и позволяет определить, что изменяется: имя или фамилия.

Все три свойства задаются в конструкторе, но если первое и третье передаются в конструктор в качестве параметра, то свойство `Canceled` просто устанавливается в `false`, т. е. по умолчанию изменения должны быть приняты.

Теперь посмотрим, как можно объявить делегат и использовать его в нашем классе `Person` (листинг 9.3).

Листинг 9.3. Использование делегата

```
public class Person : IEnumerable
{
  // делегат
  public delegate void NameChanged(Object sender, NameChangedEvent args);

  // объявление событий
  public event NameChanged FirstNameChanged;
  public event NameChanged LastNameChanged;

  ...

  // свойство имени
  string firstName;
  public string FirstName
  {
    get { return firstName; }
    set
    {
      if (FirstNameChanged != null)
          FirstNameChanged(
             this,
             new NameChangedEvent(value,
                 NameChangedEvent.NameChangingKind.FirstName)
          );
      firstName = value;
    }
  }

  // свойство фамилии
  string lastName;
  public string LastName
  {
    get { return lastName; }
    set
    {
      if (LastNameChanged != null)
      {
        NameChangedEvent changeevent = new NameChangedEvent(value,
               NameChangedEvent.NameChangingKind.FirstName);
        LastNameChanged(this, changeevent);
        if (changeevent.Canceled)
          return;
      }
```

```
      lastName = value;
    }
  }

  ...
}
```

В новом варианте класса `Person` в самом начале объявляется делегат с именем `NameChanged`. Имя может быть любым, потому что оно нужно только для удобства использования, — желательно, чтобы имя отражало суть делегата. После этого объявляются два события: `FirstNameChanged` и `LastNameChanged`, которые имеют формат делегата `NameChanged`.

> ***Примечание***
>
> Некоторое количество кода из листинга 9.3 вырезано в целях экономии места — полный вариант исходного кода примера к этому разделу можно найти в папке *Source\Chapter9\OwnDelegate* сопровождающего книгу электронного архива (см. *приложение*).

Следующим интересным местом в коде является аксессор `set` свойства `FirstName`, где мы должны сгенерировать событие. После проверки события на неравенство нулю генерируем событие:

```
FirstNameChanged(this,
     new NameChangedEvent(value,
         NameChangedEvent.NameChangingKind.FirstName)
);
```

Событию передаются два параметра в соответствии с форматом делегата: ссылка на текущий объект и экземпляр класса `NameChangedEvent`. Этот экземпляр создается непосредственно в месте передачи параметра, а конструктору передается новое значение имени и соответствующее значение перечисления.

В нашем случае я просто проигнорировал возможность отмены для этого свойства, т. е. отменить изменение имени внешнему классу не удастся. Это сделано намеренно, а вот у свойства `LastName` генерация события в аксессоре `set` выглядит немного по-другому:

```
NameChangedEvent changeevent = new NameChangedEvent(value,
          NameChangedEvent.NameChangingKind.FirstName);

LastNameChanged(this, changeevent);
if (changeevent.Canceled)
  return;
```

В этом случае экземпляр класса `NameChangedEvent` создается явно и сохраняется в переменной `changeevent` класса `NameChangedEvent`. Это необходимо, чтобы после генерации события мы смогли обратиться к объекту и узнать значение свойства `Canceled` — не изменилось ли оно в процессе обработки сообщения подписчи-

ками. Если оно изменилось на `true`, то дальнейшее выполнение аксессора прерывается.

Теперь посмотрим, как это может использоваться нами в коде внешнего класса. Для этого нам понадобится программа наподобие той, которую мы написали в *разд. 9.1*, только в этом случае она должна изменять имя и фамилию.

Следующие две строки нужно добавить в конструктор формы, чтобы подписаться на обработку событий изменения имени и фамилии:

```
p.FirstNameChanged += new Person.NameChanged(FirstNameChanged);
p.LastNameChanged += new Person.NameChanged(LastNameChanged);
```

Так как события `FirstNameChanged` и `LastNameChanged` являются делегатами типа `NameChanged`, то и добавлять к ним нужно методы именно такого типа. Метод `FirstNameChanged()` вы можете увидеть в исходном коде в электронном архиве, и в нем я просто вывожу сообщение о том, что имя изменилось, а вот обработчик события изменения фамилии выглядит немного интереснее:

```
public void LastNameChanged(Object sender, NameChangedEvent args)
{
  Person p = (Person)sender;
  if (MessageBox.Show("Попытка изменить фамилию " + p.LastName +
         " на " + args.NewName, "Внимание",
         MessageBoxButtons.OKCancel) == DialogResult.Cancel)
      args.Canceled = true;
}
```

В обработчике события с помощью статичного метода `Show()` класса `MessageBox` отображается диалоговое окно. Причем, я выбрал такой вариант конструктора, который принимает три параметра: текст, заголовок и кнопки, а возвращает результат, который выбрал пользователь. В качестве кнопок я выбрал тип `MessageBoxButtons.OKCancel`, чтобы отобразить кнопки **Да** и **Отмена**. Если пользователь выберет **Да**, то результатом работы метода будет `DialogResult.OK`, иначе — `DialogResult.Cancel`. Я проверяю результат на равенство второму значению и, если пользователь выбрал отмену, изменяю свойство `Canceled` объекта `args`, т. е. отменяю изменение фамилии.

Попробуйте запустить пример и протестировать его в действии.

На самом деле, когда подписчик собирается зарегистрироваться в качестве обработчика событий, он не обязан использовать полный формат. *Полным форматом* называется способ, когда вы добавляете результат создания нового экземпляра обработчика события, — например, как мы это делали ранее:

```
p.FirstNameChanged += new Person.NameChanged(FirstNameChanged);
```

Я привык писать полный вариант, но можно обойтись и более короткой формой записи, просто добавив обработчику события только имя метода:

```
p.FirstNameChanged += FirstNameChanged;
```

При этом метод `FirstNameChanged()` должен соответствовать делегату, который используется событием, т. е. должен принимать точно определенные параметры и возвращать значение, определенное при объявлении делегата.

Какой метод подписки на события выберете вы, зависит от ваших личных предпочтений.

9.4. Делегаты изнутри

Когда вы объявляете делегат, компилятор создает в коде изолированный класс для него, который будет наследником класса `MulticastDelegate`, а `MulticastDelegate`, в свою очередь, является наследником `Delegate` — базового класса для делегатов. Оба эти класса — системные, и вы не можете создавать собственных наследников, да я и не вижу необходимости в таком наследовании.

Классы-предки делегатов реализуют методы, необходимые событию для того, чтобы хранить список методов вызова. Когда подписчик подписывается на событие с помощью операции `+=`, то вызывается метод `Combine()`. Когда подписчик отписывается от события с помощью операции `-=`, вызывается метод `Remove()` класса `Delegate`.

Для каждого класса делегата, помимо наследуемых от `MulticastDelegate` и `Delegate` методов, система добавляет еще два специализированных метода: `BeginInvoke()` и `EndInvoke()`. Есть еще один очень важный метод: `Invoke()`, с которого мы и начнем рассмотрение делегата.

Метод `Invoke()` используется для генерации события синхронно. Синхронный вызов заставляет издателя ждать, пока подписчики не обработают событие, и только после этого издатель продолжает работу. До сих пор мы использовали именно синхронный вызов, хотя напрямую не вызывали метода `Invoke()`. Просто, если явно не указан метод, используется именно `Invoke()`. То есть синхронный вызов можно было бы сделать и так:

```
AgeChanged.Invoke(this, new EventArgs());
```

Методы `BeginInvoke()` и `EndInvoke()` позволяют генерировать событие асинхронно. В этом случае объект-издатель создает отдельный поток, внутри которого и происходит вызов методов подписчиков, а сам в это время продолжает выполняться параллельно в своем потоке. Это значит, что обработчики событий будут выполняться параллельно с работой основного объекта. Это хорошо, а иногда просто необходимо, но у асинхронного вызова есть свои нюансы.

Давайте вспомним пример, в котором издатель генерирует сообщение при попытке изменения фамилии:

```
LastNameChanged(this, changeevent);
if (changeevent.Canceled)
  return;
```

Что произойдет, если это событие будет сгенерировано асинхронно? Свойство `Canceled`, скорее всего, всегда будет равно `false`, потому что при генерации собы-

тия не произойдет блокировки выполнения потока команд. Выполнение будет продолжаться параллельно с работой подписчиков. Так как проверка свойства `Canceled` происходит сразу после генерации события, я думаю, что ни один подписчик не успеет изменить свойство, работая параллельно с проверкой:

```
if (changeevent.Canceled)
  return;
```

Так что не пытайтесь получать какие-то данные от подписчиков, работая в асинхронном режиме, без синхронизации выполняемых потоков. Если нужен результат, проще использовать синхронный вызов. Асинхронный вызов лучше использовать только тогда, когда он действительно необходим и приносит пользу. Иначе лучше ограничиться синхронным вариантом. Более подробно об этом мы поговорим в *разд. 15.3*.

9.5. Анонимные методы

Когда метод обработчика события выполняет несколько операций, то создавать ради этого полноценный метод вполне резонно. А если нужно выполнить только одну операцию, то писать такое количество кода достаточно проблематично и скучно. Но для решения этой проблемы в .NET есть один интересный способ сокращения труда — *анонимные методы*. Например, в листинге 9.4 показана обработка события изменения возраста с использованием анонимного метода. Точно такой же код, но без анонимности, мы использовали в листинге 9.1.

Листинг 9.4. Анонимный метод для обработки события

```
public Form1()
{
  InitializeComponent();

  // читаем свойства объекта Person
  firstNameTextBox.Text = p.FirstName;
  lastNameTextBox.Text = p.LastName;
  ageNumericUpDown.Value = p.Age;

  // обработчику события присваивается код анонимного метода
  p.AgeChanged += delegate(Object sender, EventArgs args)
  {
    Person person = (Person)sender;
    MessageBox.Show("Возраст изменился на " + person.Age.ToString());
  };
}
```

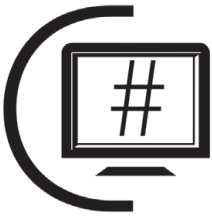
В листинге 9.4 нет никаких реальных методов для обработки события. Вместо этого событию `AgeChanged` прибавляется следующая конструкция:

```
delegate(Object sender, EventArgs args)
{
  Person person = (Person)sender;
  MessageBox.Show("Возраст изменился на " + person.Age.ToString());
};
```

После ключевого слова `delegate` в круглых скобках идут параметры, которые должны передаваться обработчику события. После этого в фигурных скобках идет код, который и станет выполняться при возникновении события. Код не будет выполнен во время работы конструктора, а только при возникновении события. Такое объявление кода и называется *анонимным*, потому что реального объявления метода нет, и у кода нет имени (поэтому он и анонимный), как у метода. Мы просто сообщаем непосредственно событию операторы, которые нужно выполнять в ответ на это событие.

> ***Примечание***
>
> Исходный код примера к этому разделу можно найти в папке *Source\Chapter9\Anonym* сопровождающего книгу электронного архива (см. *приложение*).

ГЛАВА 10



LINQ

LINQ (Language Integrated Query, интегрированные в язык запросы) — это очень удобный метод доступа к данным массивов, появившийся в .NET 3.5. С помощью LINQ можно писать запросы в стиле SQL или вызывая методы C# и работать не только с массивами в памяти, но и с XML-файлами и даже с базами данных.

Я использую LINQ для работы с массивами и XML-файлами, но не очень хорошо отношусь к подобному методу доступа к базам данных. Работая в Канаде, я ни разу не видел компании, которая бы использовала LINQ для работы с данными, — впрочем, возможно, я не там работаю и не с теми контактирую...

10.1. LINQ при работе с массивами

Доступ к массивам с помощью запросов называют Linq to Objects, и он будет работать на любых массивах, которые реализуют интерфейс `IEnumerable`. Для того чтобы получить доступ к возможностям LINQ, необходимо подключить пространство имен `System.Linq`.

Допустим, у нас есть массив `people` типа `List<Person>`, а типизированные массивы как раз реализуют нужный нам интерфейс.

Те задачи, которые решаются с помощью LINQ, можно решить и самому посредством простых циклов по всем элементам массива. Но если привыкнуть к языку запросов, то он будет выглядеть в коде намного компактнее, красивее и удобнее для чтения.

Первое, что нужно сделать, — это, как уже отмечалось, подключить пространство имен `System.Linq`. В Microsoft явно очень сильно любят LINQ, и в шаблоне Visual Studio для создания новых файлов уже прописано подключение этого пространства имен по умолчанию, так что в большинстве случаев вам не нужно будет об этом заботиться.

10.1.1. SQL-стиль использования LINQ

Теперь рассмотрим пример с массивом людей, в котором мы хотим найти всех детей не старше 16 лет. На языке запросов в коде это будет выглядеть так:

```
List<Person> people = GetPeople()
var results =  from p in people
      where p.Age < 16
      select new {p.FirstName, p.LastName, p.Age};
```

Это очень интересный пример, который стоит сейчас рассмотреть подробнее. Синтаксис LINQ очень похож на SQL (язык запросов, который используется для доступа к базам данных). Я покажу вам, как я читаю подобные запросы, и надеюсь, что мой метод поможет вам.

Запросы начинаются с написания секции `from`, которая говорит, откуда мы должны получать данные:

```
from p in people
```

Эту строку нужно читать так: «для каждого элемента `p` из массива `People`». В нашем случае `p` становится переменной массива, которая как бы станет хранить элементы массива при обработке, а мы через нее сможем обращаться к элементам `people`. При работе с массивами мы привыкли работать с индексами, и часто помечали их буквой `i`, а здесь мы работаем с объектами, и каждый элемент будет помещен в виртуальную переменную `p`.

Читаем дальше: «найти элементы, где у `p` свойство `Age` меньше 16»:

```
where p.Age < 16
```

И затем: «в качестве результата создать новый анонимный объект из трех свойств: имя, фамилия и возраст»:

```
select new {p.FirstName, p.LastName, p.Age}
```

Это первый метод написания — в виде запросов. Он немного непривычный, поэтому его используют не так уж и часто. Я ни разу не встречал в работе код, где используют LINQ таким образом.

Но прежде, чем мы рассмотрим второй метод, я хотел бы остановиться на конструкции:

```
new {p.FirstName, p.LastName, p.Age}
```

Здесь мы создаем анонимный тип — класс без имени типа данных. Как называть переменную, в которую будет записан результат? Какой тип ей указывать?

Получается, что результатом запроса к объектам будет массив из объектов класса, тип которого мы не можем предсказать, и мы также не знаем его имени, чтобы можно было обращаться к нему в коде? Да, именно так. Это анонимные классы, которые мы рассматривали ранее, и именно поэтому результат запроса я записываю в переменную типа `var`. Необходимость использовать `var` в таких случаях наступа-

ет, потому что мы просто не знаем типа данных, а точнее — он анонимный, без имени.

А как же получить доступ к свойствам этого нового объекта неизвестного типа? Если попробовать написать что-то типа `results[0].FirstName`, то такая строка не может быть откомпилирована. Компилятор скажет, что он просто не знает о существовании такого свойства.

Следующий пример показывает, как можно получить доступ к свойству `FirstName`, используя возможности *рефлектора*. Для использования этого кода нужно подключить пространство имен `Sytem.Reflection`:

```
foreach (var person in results) {
   Type anonamousType = person.GetType();
   PropertyInfo pi = anonamousType.GetProperty("FirstName");
   return (string)pi.GetValue(person, null);
}
```

Здесь запускается цикл перебора всех объектов в массиве, потому что запрос вернет нам именно массив. Для каждого анонимного объекта в массиве мы выполняем три действия:

- сначала нужно получить тип нашего анонимного объекта, а это делается с помощью метода `GetType`. Этот метод наследуется от класса `Object`. А так как в C# все классы в качестве самого первого предка имеют этот класс, то и метод `GetType` будет абсолютно у любого объекта C#. Результатом выполнения метода является объект класса `Type`, который знает все о нашем объекте;
- но нам нужен не объект, а свойство. А информация о свойстве находится в объектах класса `PropertyInfo`, и эту информацию можно получить с помощью вызова метода `GetProperty`;
- а вот уже используя этот объект, можно получить непосредственно значение с помощью метода `GetValue`.

Впрочем, вы не обязаны работать с анонимными объектами — вполне реально работать и с простыми. Вот так мы можем с помощью запроса вернуть массив из объектов `Person`:

```
var results = from p in people
    where p.Age < 16
    select new Person
        { FirstName = p.FirstName,
          LastName = p.LastName,
          Age = p.Age};
```

Я показал анонимные объекты вместе с LINQ, потому что как раз с ним я вижу их чаще всего. Сам же я по возможности стараюсь объявлять все классы, которые мне нужны явно.

10.1.2. Использование LINQ через методы

Я предпочитаю использовать методы, а не запрос, потому что они более привычны и их проще читать. Как только вы подключили пространство имен `System.Linq`, у всех коллекций, реализующих `IEnumerable`, появляется набор методов для выполнения запросов.

Чаще всего мне приходится работать с методом `Where`, который позволяет искать нужные объекты массива. В операторе `Where` вы можете писать практически любой .NET код, манипулировать данными и производить любые проверки.

Например, следующая строка решает ту же задачу, что и пример из *разд. 10.1.1*, — ищет всех, кому нет 16 лет:

```
IEnumerable<Person> underage = people.Where (r => r.Age < 16);
```

В качестве параметра метод `Where` принимает специальное выражение. В нем буква `r` — это просто псевдоним для переменной, которая будет олицетворять каждую строку из массива `people`. С тем же успехом можно было использовать и другие буквы алфавита, и я чаще всего вижу, что программисты используют букву `m`. Я же решил использовать `r`, потому что это первая буква в слове `row`.

Итак, слева от `=>` указывается имя переменной (псевдоним), а справа можно обращаться к свойствам объектов строк. Я все так же использую конструкцию:

```
r.Age < 16
```

чтобы указать, что я ищу в массиве всех людей, которые моложе 16 лет.

Результатом выполнения этого метода будет массив `IEnumarable`. Если вы больше предпочитаете работать с богатыми возможностями списка, и если они действительно вам нужны, то результат достаточно легко привести к списку, если вызвать `ToList()`:

```
List<Person> underage = people.Where (r => r.Age < 16).ToList();
```

Просто так приводить к списку не стоит, потому что тут есть очень серьезная разница в результате, и мы рассмотрим ее в *разд. 10.2*.

10.2. Магия *IEnumerable*

Все методы LINQ, которые возвращают более одного элемента, возвращают тип `IEnumerable`. Глядя на первую букву можно догадаться, что это интерфейс. Так как экземпляры интерфейсов создавать нельзя, значит, в реальности мы получаем какой-то объект, какого-то класса, который реализует `IEnumerable`.

Прежде чем я перейду к конкретному примеру, нам нужно задаться еще одним вопросом — когда система производит фильтрацию данных? В момент, когда мы вызываем метод `Where`? Нет, это происходит, когда мы обращаемся к элементам массива и начинаем их перебирать.

Вот теперь давайте посмотрим на пример, показанный в листинге 10.1.

Листинг 10.1. Пример множественного использования `IEnumerable`

```
List<Person> people = SampleHelper.CreatePersons();

IEnumerable<Person> results = people.Where(r => r.Age < 16);

foreach (var p in results) {
   Console.WriteLine(p.FirstName + " " + p.LastName + ": " + p.Age);
}

Console.WriteLine("Добавим значение:");
people.Add(new Person() { FirstName = "Михаил", LastName = "Сергеев", Age = 10 });

foreach (var p in results) {
   Console.WriteLine(p.FirstName + " " + p.LastName + ": " + p.Age);
}
```

В этом примере создается список людей типа `List<Person>`.

> ***Примечание***
>
> Исходный код метода `SampleHelper.CreatePersons` можно найти в папке *Source\Chapter10\LinqObjects* сопровождающего книгу электронного архива (см. *приложение*).

Метод `SampleHelper.CreatePersons` всего лишь создает список и наполняет его несколькими значениями, которые мы можем использовать для наших тестов.

После этого мы ищем людей, кому не исполнилось 16 лет, с помощью LINQ-метода `Where`. В этот момент реальной фильтрации не происходит, нам только возвращают объект, который реализует интерфейс `IEnumerable` и который умеет фильтровать данные, в соответствии с условиями, которые мы указали.

Теперь мы запускаем цикл `foreach`, внутри которого отображаются найденные люди. В моем примере в списке будет присутствовать один человек, и вы должны будете увидеть его на экране.

Затем в список `people` добавляется еще один человек, возраст которого явно меньше 16 лет. Я не выполняю больше никакого метода `Where`, не получаю нового объекта из списка `people`, а просто запускаю перебор на результате `result`, который был уже получен ранее. И если посмотреть результат, то теперь мы увидим двух человек младше 16.

Мы начали новый цикл `foreach` на объекте результата, а интерфейс `IEnumerable` начал перечислять все с начала, и уже существующий объект отфильтровал данные заново.

Это преимущество и недостаток одновременно. Каждый раз, когда вы обращаетесь к переменной `result` и начинаете перечисление сначала, система вынуждена фильтровать данные, а это дополнительная нагрузка на ресурсы процессора. Если вы знаете, что данные между двумя обращениями к результату не будут меняться, то лучше привести результат в более простой формат, например, `List<Person>`.

Посмотрим на листинг 10.2. Здесь выполняется примерно тот же код, разница лишь в том, что во второй строке кода после вызова `Where` происходит приведение к списку — идет вызов `ToList()`. Именно в этот момент произойдет фильтрация, и теперь уже повторное обращение к переменной после изменения оригинального массива не увидит изменений.

Листинг 10.2. Пример приведения `IEnumerable` к списку

```
List<Person> people = SampleHelper.CreatePersons();

IEnumerable<Person> results = people.Where(r => r.Age < 16).ToList();

foreach (var p in results) {
   Console.WriteLine(p.FirstName + " " + p.LastName + ": " + p.Age);
}

Console.WriteLine("Добавим значение:");
people.Add(new Person() { FirstName = "Михаил", LastName = "Сергеев", Age = 10 });

foreach (var p in results) {
   Console.WriteLine(p.FirstName + " " + p.LastName + ": " + p.Age);
}
```

Можно создавать цепочки из фильтров, и они не будут отрабатываться, пока вы не обратитесь к переменной результата. Посмотрим на следующий пример:

```
List<Person> people = SampleHelper.CreatePersons();
IEnumerable<Person> byAge = people.Where(r => r.Age < 16);
IEnumerable<Person> byCityAndAge = byAge.Where(r => r.City == "Ростов");

foreach (var p in byCityAndAge) {
 Console.WriteLine(p.FirstName + " " + p.LastName + ": " + p.Age);
}
```

В этом примере у нас снова создается массив из объектов, описывающих данные людей. Во второй строке с помощью LINQ я фильтрую по возрасту, а в третьей строке уже отфильтрованный по возрасту список фильтруется еще и по городу.

Когда мы обращаемся к переменной `byCityAndAge`, то платформа видит, что переменная использует другой `IEnumerable` объект, и будут оценены оба сразу. Не каждый в отдельности, а оба одновременно.

Таким образом вы можете строить целые цепочки фильтров, а платформа оптимизирует их и выполнит за минимальное количество шагов. В худшем случае я видел только два шага, когда первый выполнялся базой данных, а потом выполнялся еще один на стороне .NET, если фильтр был настолько сложный, что его невозможно было привести в SQL-запросе.

Рассмотрим такой гипотетический пример:

```
// получить адреса из базы данных
IEnumerable<Person> people = db.Where(/* фильтр */);
// Получить адреса из базы данных
IEnumerable<PersonAddress> address =
 db.Where(m => people.Contains(p => p.PersonID));
foreach (var p in people) {
 var personAddress = address.Where(m => m.PersonID = a.PersonID);
 // выполняем какие-то действия над personAddress
}
```

Сразу скажу, что с точки зрения производительности этот пример не эффективный, и причина не только в `IEnumerable`, который я пытаюсь показать, но и в самой логике. Для подобных примеров лучше использовать хеш-таблицы или словари, но это уже тема отдельной книги по алгоритмам.

Здесь у нас есть два больших списка: люди и адреса, которые получаются из базы данных с помощью LINQ. Мы LINQ для доступа к базам не рассматриваем, поэтому просто представим, что может существовать код, который так работает.

Теперь мы запускаем цикл — для каждого человека в списке `people` ищем с помощью LINQ в списке адресов те записи, которые принадлежат этому человеку.

Каждый раз, когда мы станем выполнять `Where` на запросе `IEnumerable`, будет запускаться новая попытка получить все адреса из базы данных. Следующая строка:

```
var personAddress = address.Where(m => m.PersonID = a.PersonID);
```

станет причиной выполнения строки:

```
IEnumerable<PersonAddress> address =
   db.Where(m => people.Contains(p => p.PersonID));
```

на каждом шаге цикла.

Потом эти полученные адреса будут фильтроваться в соответствии с нашим фильтром. А действительно нужно на каждом этапе цикла выбирать все данные из базы? Не думаю. Скорее всего, мы хотим получить адреса и людей из базы данных один раз, а потом только в памяти фильтровать данные. Если вы не хотите, чтобы LINQ выполнял фильтрацию при каждом обращении, как в этом примере и как это было в листинге 10.1, то нужно конвертировать данные из `IEnumerable` в список:

```
IEnumerable<Person> people = db.Where(/* фильтр */).ToList();
IEnumerable<PersonAddress> address =
   db.Where(m => people.Contains(p => p.PersonID)).ToList();
foreach (var p in people) {
   var personAddress = address.Where(m => m.PersonID = a.PersonID);
   // do something if address belongs to a person
}
```

Адреса были сконвертированы в список, и эта конвертация выполнит фильтрацию, запросит данные из базы данных и сохранит это в памяти. Теперь все попытки

вызывать Where и использовать переменную результата внутри цикла не будут приводить к тому, что системе придется фильтровать данные дважды.

10.3. Доступ к данным

До сих пор мы получали доступ к данным просто перебором всех записей в результате. Но бывает необходимо найти первую запись в массиве, которая будет соответствовать условиям поиска. Например, давайте найдем первого человека с фамилией Иванов:

```
ivanov = people.Where(r => r.FirstName == "Иванов").First();
```

Если в массиве есть информация о человеке с фамилией Иванов, то будет возвращен первый соответствующий объект. Если же нет, то произойдут исключительные ситуации, о которых мы говорили в *главе 8*. Чтобы исключительной ситуации не возникло, вместо метода First вызывайте метод FirstOrDefault. Он не будет генерировать ошибку, а вернет значение по умолчанию — для объектов: null, а для чисел — 0.

```
ivanov = people.Where(r => r.FirstName == "Иванов").FirstOrDefault();
```

Когда нам нужна запись, мы можем вместо метода Where использовать метод FirstOrDefault:

```
ivanov = people. FirstOrDefault (r => r.FirstName == "Иванов");
```

Оба варианта будут возвращать один и тот же результат и работать идентично, поэтому вы можете выбрать тот, который вам больше нравится с точки зрения чтения кода.

Если нужно проверить массив на наличие в нем какого-либо значения, можно использовать метод Exists или воспользоваться тем же FirstOrDefault. Если FirstOrDefault возвращает null, то нужного нам объекта в массиве нет:

```
if (people.Where(r => r.FirstName == "Иванов").FirstOrDefault == null)
{
}
```

Или можно использовать метод Any, который возвращает true, если в списке есть хотя бы один элемент, который соответствует фильтру:

```
if (people.Any(r => r.FirstName == "Иванов"))
{
}
```

Если результатом может быть большое количество записей, и вы хотите реализовать страничное отображение результата, то тут нам помогут два метода: Skip(*N*) и Take(*N*). Первый из них говорит, что LINQ должен пропустить и не показывать первые *N* записей результата, а второй метод указывает, сколько нужно отобразить после этого.

Следующий пример пропускает первые 10 записей и отображает последующие 10, т. е. будут отображены элементы с 11-го по 20-й, если нумеровать с единицы:

```
IEnumerable<Person> result = people.Where(r => r.Age < 16).Skip(10).Take(10);
```

10.4. LINQ для доступа к XML

Еще одна удобная и мощная возможность LINQ — это доступ к XML-файлам, которые получили большое распространение в качестве метода обмена данными. Для использования этих возможностей нужно подключить пространство имен `System.Xml.Linq`.

Для примера я создал небольшой XML-файл person.xml:

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<export>
  <person FirstName="Иван" LastName="Иванов" Age="32">
    <address>
      <city>Ростов</city>
      <street>Королева</street>
    </address>
  </person>
  <person FirstName="Сергей" LastName="Петров" Age="50">
    <address>
      <city>Ростов</city>
      <street>Комарова</street>
    </address>
  </person>
  ...
  ...
</export>
```

> ***Примечание***
>
> Содержимое этого XML-файла, как и весь исходный код примера к этому разделу, можно найти в папке *Source\Chapter10\LinqXml\LinqXml* сопровождающего книгу электронного архива (см. *приложение*).

Допустим, нам так же нужно найти в нем всех людей до 16 лет. Мы уже знаем, что это можно делать с помощью метода `Where` любой коллекции, которая реализует интерфейс `IEnumerable`. То есть нам нужно загрузить XML-файл в какой-то объект подходящего класса, а таким является `XElement` из пространства имен `System.Xml.Linq`.

У этого класса есть статичный метод `Load`, которому нужно передать имя файла, с которым вы хотите работать, а результатом будет объект типа `XElement`, через который как раз и можно будет работать с документом.

К элементам документа можно получить доступ через метод `Elements`, который в качестве параметра принимает имя интересующего нас тэга. Первым в моем тес-

товом документе идет тэг person, именно его и нужно передать. Метод Elements вернет коллекцию IEnumerable, с которой мы можем работать с помощью методов LINQ. Например:

```
XElement root = XElement.Load(@"d:\Temp\person.xml");
foreach (var item in root.Elements("person").Where(m =>
         Int32.Parse(m.Attribute("Age").Value) < 16)) {
  Console.WriteLine(item.Attribute("FirstName").Value);
}
```

Здесь внутри метода Where мы можем обратиться к значениям каждого атрибута: m.Attribute("Age").Value, чтобы прочитать возраст, ведь возраст задан именно в атрибуте Age.

Усложним задачу: что, если мы хотим найти всех, кто живет в Ростове? Мы все так же должны перебирать людей, но в Where нужно смотреть на несколько уровней ниже этого тэга. И такое возможно решить следующим образом:

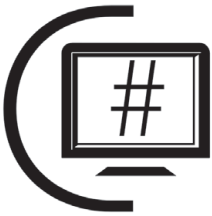
```
XElement root = XElement.Load(@"d:\Temp\person.xml");
foreach (var item in root.Elements("person").Where(m =>
      m.Elements("address").Elements("city").First().Value == "Москва")) {
  Console.WriteLine(item.Attribute("FirstName").Value);
}
```

Здесь внутри метода Where я спускаюсь по дереву XML-документа с помощью методов:

```
Elements: m.Elements("address").Elements("city").First().Value.
```

XML и LINQ позволяют решить практически любую задачу, которая может возникнуть. Описать абсолютно все задачи в одной книге невозможно, я и пытаться не буду. Надеюсь, что этой информации вам для старта хватит.

ГЛАВА 11



Хранение информации

В этой главе мы рассмотрим хранение информации в различных местоположениях. Существует множество мест хранения данных, но нас будут интересовать два основных хранилища: реестр и файлы. И реестр, и файлы имеют свои преимущества и недостатки. Использование того или иного хранилища зависит от конкретной ситуации.

Здесь мы познакомимся с различными типами данных и узнаем, как и где их хранить. Помимо этого, мы рассмотрим соответствующие классы и примеры их использования, максимально приближенные к практическим задачам, которые вам, может быть, придется решать в реальной работе.

11.1. Файловая система

Классы для работы с файловой системой находятся в пространстве имен `System.IO`, и для удобной работы с ними желательно подключить его к модулю. Основными из этих классов являются `Directory`, `File` и `Path`.

Давайте напишем небольшой пример файлового менеджера, который будет загружать список файлов из корня диска C: и отображать его в консоли.

Метод загрузки файлов `GetFiles()` показан в листинге 11.1.

Листинг 11.1. Метод получения списка каталогов и файлов

```
static void GetFiles(string path)
{
    foreach (string dir in Directory.GetDirectories(path))
    {
        if ((File.GetAttributes(dir) & FileAttributes.Hidden) ==
              FileAttributes.Hidden)
            continue;
```

```
        string dirname = System.IO.Path.GetFileName(dir);
        Console.WriteLine(dirname.ToUpperInvariant());
    }

    foreach (string file in Directory.GetFiles(path))
    {
        string filename = System.IO.Path.GetFileName(file);
        Console.WriteLine(filename.ToLowerInvariant());
    }
}
```

Чтобы получить список каталогов по определенному пути файловой системы, используется статичный метод `GetDirectories()` класса `Directory`. Методу передается путь, по которому находится интересующее нас содержимое. В результате метод возвращает список строк с именами путей. Пути будут полными, поэтому, чтобы получить только имя, а не путь, можно использовать статичный метод `GetFileName()` класса `Path`.

Получение списка имен файлов происходит идентичным с именами каталогов способом, только тут используется статичный метод `GetFiles()`.

По умолчанию мы получаем полный список имен каталогов и файлов, включая скрытые и системные файлы. Чтобы в этом списке не отображались скрытые файлы, можно добавить следующую проверку:

```
if ((File.GetAttributes(s) & FileAttributes.Hidden) ==
       FileAttributes.Hidden)
  continue;
```

Метод `GetAttributes()` класса `File` получает атрибуты указанного в качестве параметра файла. С помощью операции `&` можно сложить результат с нужным атрибутом, и если результат равен атрибуту, то он установлен. Приведенный только что код проверяет, установлен ли атрибут невидимости `FileAttributes.Hidden`, и если да, то выполняется оператор `continue`. Если добавить этот код в цикле перед добавлением файла в список, то скрытые файлы будут пропускаться.

Чтобы проще было видеть разницу между каталогами и файлами, я при выводе имен каталогов отображаю текст большими буквами: `dirname.ToUpperInvariant()`, а имена файлов — маленькими: `filename.ToLowerInvariant()`.

Результат работы программы показан на рис. 11.1.

> ***Примечание***
>
> Исходный код примера к этому разделу можно найти в папке *Source\Chapter11\DirFileProject* сопровождающего книгу электронного архива (см. *приложение*).

Давайте рассмотрим, какие еще методы нам предоставляет класс `Directory` (они все статичные):

- `CreateDirectory()` — создает все вложенные каталоги в указанном в качестве параметра пути;
- `Delete()` — удаляет указанный каталог;

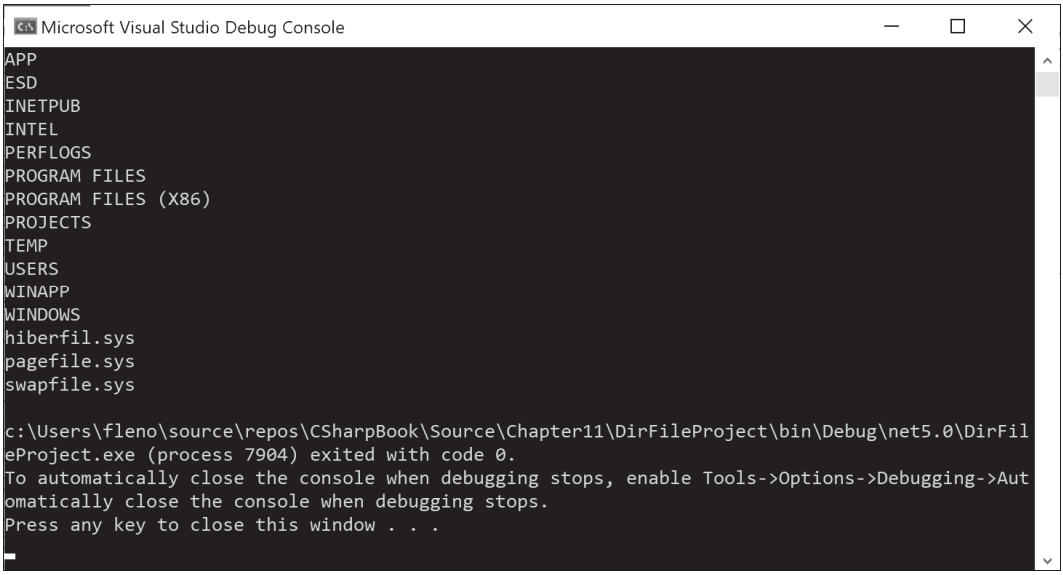


Рис. 11.1. Результат работы программы

- `Exists()` — позволяет определить, существует ли указанный в качестве параметра каталог;
- `GetAccessControl()` — возвращает права доступа для указанного каталога;
- `GetCreationTime()` — возвращает время создания указанного каталога;
- `GetCurrentDirectory()` — возвращает текущий рабочий каталог приложения, куда будут сохраняться файлы, для которых не указан конкретный путь;
- `GetDirectoryRoot()` — возвращает информацию о томе;
- `GetFiles()` — возвращает имена файлов в указанном каталоге;
- `GetFileSystemEntries()` — возвращает все имена файлов и вложенных каталогов в указанном каталоге;
- `GetLastAccessTime()` — время последнего доступа к каталогу;
- `GetLastWriteTime()` — время последней записи в каталоге;
- `GetLogicalDrives()` — возвращает имена логических дисков в системе;
- `GetParent()` — возвращает родительский каталог;
- `Move()` — перемещает файл или каталог со всем содержимым в новое место;
- `SetAccessControl()` — назначает права доступа;
- `SetCreationTime()` — изменяет время создания;
- `SetCurrentDirectory()` — изменяет текущий каталог;
- `SetLastAccessTime()` — изменяет время последнего доступа;
- `SetLastWriteTime()` — изменяет время последней записи.

Теперь рассмотрим методы класса `File`, которые также являются статичными и доступны без создания объекта:

- `AppendAllText()` — добавляет указанный текст в файл. Если файл не существует, то он будет создан;
- `AppendText()` — добавляет текст в файл и возвращает объект `StreamWriter`, который можно использовать для дописывания в тот же файл дополнительной информации;
- `Copy()` — копирует указанный файл в новое положение;
- `Create()` — создает файл по указанному пути;
- `CreateText()` — создает файл для записи информации в формате UTF-8;
- `Decrypt()` — дешифрует содержимое файла;
- `Delete()` — удаляет указанный файл;
- `Encrypt()` — зашифровывает указанный файл;
- `Exists()` — проверяет существование указанного файла;
- `GetAccessControl()` — возвращает права доступа к файлу;
- `GetAttributes()` — возвращает атрибуты файла;
- `GetCreationTime()` — время создания указанного файла;
- `GetLastAccessTime()` — время последнего доступа к файлу;
- `GetLastWriteTime()` — время последней записи в файл;
- `Move()` — перемещает файл в новый каталог;
- `Open()` — открывает для чтения и изменения указанный файл;
- `OpenRead()` — открывает указанный файл для чтения;
- `OpenWrite()` — открывает указанный файл для записи;
- `OpenText()` — открывает файл для работы с ним как с текстом в формате UTF-8;
- `ReadAllLines()` — читает все строки файла;
- `SetAccessControl()` — назначает права доступа;
- `SetCreationTime()` — изменяет время создания;
- `SetLastAccessTime()` — изменяет время последнего доступа;
- `SetLastWriteTime()` — изменяет время последней записи;
- `WriteAllLines()` — создает файл и записывает в него указанный массив строк.

11.2. Текстовые файлы

Зная, как работать с файловой системой, и имея представление о функциях класса `File`, мы уже готовы написать еще один интересный пример. В нем мы решим простую задачу сохранения содержимого списка. Допустим, вам нужно сохранить

содержимое вводимых данных, и они настолько простые, что использовать базу данных смысла нет. Воспользуемся в таком случае файлом для хранения данных.

Итак, создаем простое консольное приложение. Полный исходный код его можно будет найти в папке Source\Chapter11\SaveStringArray сопровождающего книгу электронного архива, а здесь мы посмотрим только на самые интересные моменты.

В самом начале метода `Main` мы загружаем данные из файла в список:

```
string fullpath = Environment.GetCommandLineArgs()[0] + ".list";
List<string> items = new List<string>();

if (File.Exists(fullpath))
{
    items.AddRange(File.ReadAllLines(fullpath));
}
```

Сначала сохраняем в строковой переменной `fullpath` путь к текущему исполняемому файлу плюс расширение `".list"`. Переменная будет хранить имя файла, в котором находятся данные.

Прежде чем обращаться к файлу, желательно убедиться, что он существует, и в нашем примере мы делаем это с помощью статичного метода `Exists()` класса `File`. После этого можно загружать содержимое из файла.

Самый простой способ загрузить файл в виде строк в массив — воспользоваться статичным методом `ReadAllLines()` класса `File`. Он возвращает нам массив строк, который достаточно только добавить в список.

Теперь нашему примеру нужна возможность сохранения изменений, и для этого я создал отдельный метод `SaveChanges`, который вызывается в конце метода `Main`:

```
static void SaveChanges(string fullpath, List<string> items)
{
    StreamWriter sw = File.CreateText(fullpath);
    foreach (string s in items)
    {
        sw.WriteLine(s);
    }
    sw.Close();
}
```

В первой строке вызывается метод `CreateText()`, которому нужно передать имя создаваемого текстового файла, а в результате мы получаем объект класса `StreamWriter`, с помощью которого можно писать в этот файл. Для записи всех строк списка запускаем цикл `foreach` перебора содержимого списка, внутри которого с помощью метода `WriteLine()` объекта `StreamWriter` добавляем элемент в файл. После цикла желательно вызвать метод `Close()`, чтобы завершить работу с файлом и закрыть его.

Класс `StreamWriter` очень удобен, когда вам нужно работать с файлом как с текстом, т. е. когда файл содержит текст. Давайте посмотрим, какие еще методы есть у этого класса:

- `Flush()` — сбросить все изменения в файле на диск. Когда вы вызываете методы записи в файл, то в этот момент запись происходит в буфер, что позволяет повысить производительность. Если в этот момент выключить питание компьютера, то изменения могут не сохраниться. После вызова метода `Flush()` содержимое буферов физически записывается в файл;
- `Close()` — мы уже знаем, что этот метод закрывает файл. Он также сохраняет физически содержимое буферов, поэтому вам нет необходимости явно вызывать метод `Flush()` перед закрытием файла;
- `Write()` — сохраняет указанную в качестве параметра переменную в файл. Существует множество перегруженных вариантов этого метода для большинства основных типов данных;
- `WriteLine()` — сохраняет содержимое указанной в параметре переменной в файл и добавляет символы перевода каретки, т. е. информация будет сохранена в отдельной строке, а следующий вызов этого метода будет записывать данные в следующую строку.

> ***Примечание***
>
> Исходный код примера к этому разделу можно найти в папке *Source/Chapter11\SaveStringArray* сопровождающего книгу электронного архива (см. *приложение*).

Для чтения текстового файла можно использовать класс `StreamReader`. Этот класс похож на `StreamWriter`, но, судя по названию, предназначен для чтения текстовых данных из файла. Пример чтения данных из файла в список с использованием класса `StreamReader` приведен в листинге 11.2.

Листинг 11.2. Загрузка содержимого текстового файла

```
Console.WriteLine("Введите имя файла:");
string fileName = Console.ReadLine();

List<string> fileLines = new List<string>();
StreamReader reader = new StreamReader(fileName);
while (true)
{
    String s = reader.ReadLine();
    if (s == null)
        break;
    fileLines.Add(s);
}
reader.Close();
```

Мы работаем с консольными приложениями, поэтому тут есть неудобство — я прошу пользователя ввести в консоли имя файла, и ему нужно будет ввести полный путь. Если при вводе он допустит неточность, то возникнут проблемы, но ради простоты кода я не добавлял в него никаких проверок.

Теперь запускаем бесконечный цикл, внутри которого пытаемся прочитать очередную строку из файла с помощью метода `ReadLine()`. Если в файле есть строка, то она будет возвращена в качестве результата. Если больше ничего нет, то результатом будет `null`. Если достигнут этот `null`, то прерываем работу цикла.

> ***Примечание***
>
> Исходный код примера к этому разделу можно найти в папке *Source\Chapter11 \TextFileReader* сопровождающего книгу электронного архива (см. *приложение*).

11.3. Бинарные файлы

Далеко не все файлы являются текстовыми и хранят текст. Попробуйте открыть с помощью Блокнота файл картинки, и вы увидите полный бред, потому что в файле, помимо читаемых символов, находится множество нечитаемых кодов, которые нельзя воспринимать как текст. Помимо этого, данные никак не сгруппированы, и там может не быть каких бы то ни было разделителей — типа, например, разделителей строк в текстовых файлах.

Для работы с файлом в бинарном виде используется класс `FileStream`. Давайте кратко рассмотрим свойства этого класса:

- `CanRead` — определяет, можно ли читать из файла;
- `CanSeek` — можно ли перемещаться по файлу;
- `CanWrite` — можно ли писать в файл;
- `Handle` — описатель операционной системы, связанный с файлом;
- `Length` — длина файла;
- `Position` — текущая позиция курсора.

Теперь посмотрим на методы класса:

- `Close()` — закрыть открытый файл;
- `Flush()` — сбросить все изменения из буфера на диск;
- `Read()` — прочитать блок данных;
- `ReadByte()` — прочитать один байт;
- `Seek()` — переместить курсор;
- `SetLength()` — установить размер файла;
- `Write()` — записать в файл блок данных;
- `WriteByte()` — записать в файл один байт.

Когда вы открываете файл, то в нем создается виртуальный курсор, который указывает на начало (на нулевой байт). В процессе чтения или записи данных этот курсор перемещается по файлу. Например, для чтения 10-го байта вы переместитесь внутри файла на 9 байтов, и после его прочтения курсор будет указывать уже на 11-й байт. При следующем вызове метода чтения или записи операция с данны-

ми будет происходить, начиная уже с этой позиции. Позицию можно изменить в любой момент с помощью метода `Seek()`.

Давайте напишем пример загрузки текстовых файлов с помощью объекта класса `FileStream`. Нужно учитывать, что этот объект загружает данные именно в бинарном виде, и мы не сможем загрузить информацию построчно. Вместо этого мы будем видеть весь файл как одну сплошную и плоскую поверхность. Как же тогда отобразить текстовый файл? Можно во время чтения файла искать внутри файла символы конца строки и перевода каретки — это байты с кодами 13 и 10. Но это не нужно, если воспользоваться компонентом `RichTextBox`. У этого компонента есть метод `AppendText()`, которому нужно передать строку, добавляемую в редактор текста. Если внутри добавляемой строки есть символы конца строки, то компонент автоматически разобьет все по отдельным строкам.

Итак, для примера на форме нам понадобится компонент `RichTextBox` и кнопка (или пункт меню), по нажатию на которую будет происходить загрузка файла. Код загрузки показан в листинге 11.3.

Листинг 11.3. Загрузка файла с помощью класса `FileStream`

```
// Отобразить окно выбора файла
OpenFileDialog ofd = new OpenFileDialog();
if (ofd.ShowDialog() != DialogResult.OK)
  return;

// вспомогательные переменные
byte[] buffer = new byte[100];
ASCIIEncoding ascii = new ASCIIEncoding();

// загрузка файла
FileStream fs = new FileStream(ofd.FileName,
   FileMode.Open, FileAccess.ReadWrite);
int readed = fs.Read(buffer, 0, 100);
while (readed > 0)
{
  richTextBox1.AppendText(ascii.GetString(buffer));
  readed = fs.Read(buffer, 0, 100);
}
```

Чтобы узнать имя загружаемого файла, я снова использую класс `OpenFileDialog` для отображения стандартного окна выбора файла. И после этого завожу две вспомогательные переменные:

- первая вспомогательная переменная — это массив из 100 значений типа `byte`. Этот массив необходим для хранения считываемой информации, потому что при чтении файла в бинарном виде метод возвращает нам данные в виде массива байтов, а не строк. Длина массива 100 не является хорошим решением, потому

что при загрузке большого файла будет происходить слишком много вызовов метода чтения, и каждый из них будет читать слишком маленькое количество информации. Слишком большое значение тоже станет не очень хорошим решением. Я не могу утверждать, какое значение наиболее оптимально, но на практике чаще выбирают 8 Кбайт, или 8192 байта;

- следующая вспомогательная переменная: `ascii` — имеет тип `ASCIIEncoding`. Это класс, который позволяет перекодировать ASCII-информацию в Unicode-строки. Платформа .NET оперирует Unicode-строками, а загружая информацию в бинарном виде, мы получаем байтовый массив, что соответствует ASCII-кодировке. С помощью объекта класса `ASCIIEncoding` мы будем переводить ASCII в Unicode, который .NET понимает и любит.

Для загрузки файла создаем экземпляр класса `FileStream`. У этого класса есть множество перегруженных конструкторов. Я выбрал наиболее универсальный, принимающий три параметра:

- путь к файлу, который нужно загрузить;
- режим открытия файла. Этот параметр имеет тип перечисления `FileMode`, а значит, может принимать одно из следующих значений перечисления:
  - `CreateNew` — создать новый файл. Если он уже существует, произойдет исключительная ситуация;
  - `Create` — создать новый файл. Если файл уже существует, он будет перезаписан;
  - `Open` — открыть существующий файл. Если файл не существует, сгенерируется исключение;
  - `OpenOrCreate` — открыть существующий файл. Если он не существует, то будет создан;
  - `Truncate` — открыть существующий файл и обрезать его размер до нулевого;
  - `Append` — открыть существующий файл и переместить курсор записи в конец файла. Запись при этом будет происходить только в конец файла. Попытка переместить курсор на более раннюю позицию приведет к исключительной ситуации;
- режим доступа к файлу. Этот параметр имеет тип перечисления `FileAccess` и может принимать одно из следующих значений перечисления:
  - `Read` — разрешено чтение из файла;
  - `Write` — разрешена запись в файл;
  - `ReadWrite` — разрешены и чтение, и запись в файл.

В нашем примере открывается уже существующий файл (второй параметр равен `FileMode.Open`) для чтения и записи (третий параметр равен `FileAccess.ReadWrite`). В третьем параметре можно было бы указать и значение только для чтения, потому что писать в файл мы все равно не будем.

Теперь начинаем с контрольной попытки прочитать файл и вызываем метод `Read()` объекта `FileStream`. Этот метод получает три параметра:

- буфер, в который нужно записать прочитанные данные. Буфер должен быть в виде массива `byte`;
- смещение внутри буфера, начиная с которого будут сохраняться данные. Мы будем сохранять данные в буфер с самого начала, поэтому здесь указываем 0;
- количество считываемых байтов. Мы передаем число 100, чтобы полностью заполнить буфер.

Метод возвращает количество реально прочитанных байтов. Если достигнут конец файла, то результатом работы метода будет ноль. Чтобы прочитать весь файл, я запускаю цикл, который выполняется, пока количество прочитанных байтов больше нуля. Внутри цикла прочитанные данные преобразовываются из ASCII в Unicode-строку с помощью вызова `ascii.GetString(buffer)`, а результат преобразования добавляется в текстовое поле `RichTextBox`.

Напоследок нужно рассмотреть поближе еще один очень важный метод: `Seek()`. Метод получает два параметра: количество байтов, на которые нужно переместить курсор внутри файла, и переменную типа `SeekOrigin`, определяющую, откуда нужно начинать отсчет. Перечисление `SeekOrigin` имеет три значения:

- `Begin` — двигаться от начала файла;
- `Current` — двигаться от текущей позиции курсора;
- `End` — двигаться от конца файла.

Рассмотрим несколько примеров, чтобы лучше понять работу метода. Следующий вызов переместит курсор на отметку 10 байтов от начала файла:

```
fs.Seek(10, SeekOrigin.Begin);
```

Если дальше читать, начиная с этой позиции, то информация из первых 10 байтов не будет прочитана.

Если вам нужно переместиться в конец файла, чтобы начать добавление информации в файл, то курсор можно переместить следующим образом:

```
fs.Seek(0, SeekOrigin.End);
```

Следующий вызов перемещает курсор на 10 байтов назад относительно текущей позиции:

```
fs.Seek(-10, SeekOrigin.Current);
```

> ***Примечание***
>
> Исходный код примера к этому разделу можно найти в папке *Source/Chapter11\FileStreamProject* сопровождающего книгу электронного архива (см. *приложение*).

11.4. XML-файлы

В программировании весьма популярным является формат хранения данных XML. Это связано с тем, что такие форматы достаточно универсальны и их легко переносить на другие платформы. Кроме того, открытые форматы — уже не просто мода, но и конкурентное преимущество, а что может быть более открытым, чем текст, который пользователь может изменять даже без специализированного редактора.

Формат файлов XML — не новинка и существует уже очень давно. К его преимуществам относятся не только открытость, но и структурированность информации. Именно поэтому он постепенно набирает популярность и все глубже и глубже проникает в нашу жизнь. Только не стоит из-за популярности этого формата файлов использовать его везде и внедрять во все возможные области. Задействуйте XML там, где он реально может принести вам пользу.

Здесь надо отметить, что в последнее время все большую популярность приобретает формат JSON, но о нем мы поговорим отдельно чуть позже.

Благодаря популярности XML, его поддержка реализована во всех современных библиотеках и языках программирования, и .NET в этом плане не является исключением.

Итак, где может быть полезен формат XML? Он очень удобен для хранения конфигурации программ, которая должна переноситься с компьютера на компьютер. В UNIX-системах для хранения конфигурации чаще используют обычные текстовые файлы, которые обладают одним, но очень важным недостатком, — данные не имеют жесткой структуры.

11.4.1. Создание XML-документов

Для создания структуры XML в .NET служит класс `XmlTextWriter`. Он создает структуру, но для записи в файл должен использоваться другой класс — `FileStream`, с которым мы уже работали. Давайте рассмотрим класс `XmlTextWriter` на реальном примере и увидим его свойства и методы.

Итак, добавьте в меню формы пункты **Открыть**, **Сохранить** и **Сохранить как**. Код всех этих обработчиков я здесь приводить не стану, потому что его можно найти в папке Source\Chapter11\XMLProject сопровождающего книгу электронного архива (см. *приложение*), — вместо этого мы рассмотрим два интересных метода, которые используются для реализации обоих обработчиков: `SaveProject()` и `OpenProject()`. Первый из этих методов будет сохранять проект в файл. Его код можно увидеть в листинге 11.4.

Листинг 11.4. Метод сохранения XML-документа

```
void SaveProject()
{
  // создание потока записи и объекта создания XML-документа
  FileStream fs = new FileStream(filename, FileMode.Create);
  XmlTextWriter xmlOut = new XmlTextWriter(fs, Encoding.Unicode);
```

```
  xmlOut.Formatting = Formatting.Indented;

  // старт начала документа
  xmlOut.WriteStartDocument();
  xmlOut.WriteComment("Этот файл создан для примера");
  xmlOut.WriteComment("Автор: Михаил Фленов (www.flenov.info)");

  // создаем корневой элемент
  xmlOut.WriteStartElement("RosesPlant");
  xmlOut.WriteAttributeString("Version", "1");

  // цикл перебора всех роз и сохранения их
  foreach (Rose item in roses)
    item.SaveToFile(xmlOut);

  // закрываем корневой тэг и документ
  xmlOut.WriteEndElement();
  xmlOut.WriteEndDocument();

  // закрываем объекты записи
  xmlOut.Close();
  fs.Close();
}
```

Для компиляции примера нужно подключить два пространства имен:

```
using System.IO;
using System.Xml;
```

Первое из них нам уже знакомо — в нем реализованы функции работы с вводом/выводом, и оно нужно, чтобы сохранить XML-код в файл. Второе пространство имен необходимо непосредственно для создания структуры XML.

Теперь рассмотрим собственно метод `SaveProject()`. В самом начале мы создаем экземпляр класса `FileStream`, который используется здесь в качестве посредника, — именно через него будет сохраняться XML-структура документа. В качестве параметров методу передаем имя файла и `FileMode.Create`, чтобы файл создавался, а если он уже существует, то обнулялся.

Теперь создаем экземпляр класса `XmlTextWriter`. Его конструктору в качестве первого параметра указываем поток, через который будет происходить запись в файл, а в качестве второго параметра нужно указать кодировку файла. Я предпочитаю и вам советую использовать Unicode. Это необходимо не только для того, чтобы в файл можно было сохранить различные национальные символы, но и чтобы файл мог быть перенесен на другие платформы. Кодировка Unicode поддерживается не только на компьютерах Windows, но и в Linux, в Mac и в других системах.

Существуют еще два перегруженных конструктора `XmlTextWriter`. Первый из них получает только один параметр — объект текстового файла класса `TextWriter`, а

другой — имя файла и кодировку. Во втором варианте вам не нужно отдельно создавать поток, потому что `XmlTextWriter` возьмет функции записи на себя. Я предпочитаю указывать класс потока явно. Почему? Дело в том, что потоком может быть не только файл, но и просто оперативная память. Вы можете создать поток в памяти с помощью класса `MemoryStream`, который будет представлять оперативную память. Он схож по функциональности с `FileStream`, но, работая с ним, вы сохраняете данные не в файле, а в памяти, и можете потом этот объект без сохранения на диск отправить по сети или использовать другим способом.

В общем-то, уже можно приступить к записи в файл, но я бы порекомендовал изменить свойство `Formatting` класса `XmlTextWriter` на `Indented`. Это свойство отвечает за форматирование XML-тэгов в файле. По умолчанию не будет никакого форматирования, что не очень удобно при редактировании файла напрямую. Лучше использовать форматирование `Indented`. В этом случае при сохранении дочернего раздела в XML-структуре при записи его тэгов слева будут записываться пробелы. Но пробелы — это только символы по умолчанию, а вы можете установить для форматирования символ табуляции. За то, какой будет использоваться символ, отвечает содержимое свойства `IndentChar`.

Прежде чем начать записывать в файл структуру документа, нужно вызвать метод `WriteStartDocument()`. В этот момент в файл записывается заголовок документа, который включает тэг, в котором находится информация о его версии и кодировке.

Теперь можно сохранить в файл комментарии. Это не является обязательным, но здесь я сохраняю комментарий, чтобы показать, как это делается. А выполняется это с помощью метода `WriteComment()`, которому нужно передать в качестве единственного параметра строку комментария.

Теперь посмотрим, как происходит запись XML-тэга. Все начинается с вызова метода `WriteStartElement()`. Метод начинает запись тэга с именем, указанным в качестве параметра.

После этого вы можете сохранять атрибуты тэга. Для записи атрибута нужно вызвать метод `WriteAttributeString()`, который получает два строковых параметра: имя атрибута и значение.

Чтобы завершить запись XML-тэга, нужно вызвать метод `WriteEndElement()`. Этот метод не получает никаких параметров, а только добавляет в структуру XML-файла закрывающий тэг для элемента.

Давайте рассмотрим вызов следующих трех строк:

```
xmlOut.WriteStartElement("RosesPlant");
xmlOut.WriteAttributeString("Version", "1");
xmlOut.WriteEndElement();
```

После вызова первой строки в XML-документе будет создан тэг с именем `RosesPlant`:

```
<RosesPlant>
```

После вызова второй строки кода к этому тэгу будет дописан атрибут с именем `Version` и значением `1`:

```
<RosesPlant Version="1">
```

После вызова последней строки в структуру XML-документа будет добавлено завершение последнего открытого тэга. В нашем случае внутри тэга мы не создали ничего, поэтому в файл будет сохранено сокращенное завершение тэга:

```
<RosesPlant Version="1" />
```

Но внутри одного тэга могут быть и другие тэги, как в нашем примере. У нас после открытия тэга `RosesPlant` нет вызова закрытия тэга. Вместо этого запускается цикл, который перебирает все розы и вызывает методы сохранения их в XML-документ:

```
foreach (Rose item in roses)
  item.SaveToFile(xmlOut);
```

Если вы помните, то в нашем коде у розы не было никакого метода `SaveToFile()`. Не было, но мы его скоро напишем. Он будет сохранять в структуре XML-документа отдельно розы, и в результате документ станет выглядеть следующим образом:

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-16"?>
<!--Этот файл создан для примера-->
<!--Автор: Михаил Фленов (www.flenov.info)-->
<RosesPlant Version="1">
  <Rose Name="Роза 0" X="106" Y="145" Width="50" Height="46" />
  <Rose Name="Роза 1" X="282" Y="58" Width="50" Height="46" />
</RosesPlant>
```

В данном случае тэги `Rose` внутри тэга `RosesPlant` созданы как раз методом `SaveToFile()` класса розы.

Только после завершения цикла перебора всех роз мы вызываем метод завершения тэга `RosesPlant` с помощью `WriteEndElement()` и тут же вызываем метод `WriteEndDocument()` для завершения создания документа.

Когда документ создан, нужно вызвать методы `Close()` для объектов класса `XmlTextWriter` и `FileStream`, при этом желательно сначала закрыть `XmlTextWriter`. Эти методы как раз и сбрасывают структуру документа непосредственно в файл.

Теперь посмотрим на метод `SaveToFile()`, который нужно написать у розы:

```
public void SaveToFile(XmlTextWriter xmlOut)
{
  xmlOut.WriteStartElement("Rose");
  xmlOut.WriteAttributeString("Name", Name);
  xmlOut.WriteAttributeString("X", X.ToString());
  xmlOut.WriteAttributeString("Y", Y.ToString());
  xmlOut.WriteAttributeString("Width", Width.ToString());
```

```
    xmlOut.WriteAttributeString("Height", Height.ToString());
    xmlOut.WriteEndElement();
  }
```

Метод получает в качестве параметра `XmlTextWriter`, который содержит объект записи в файл. Объект розы добавляет новый тэг, в атрибутах сохраняет свои свойства и закрывает тэг. Все свойства приводятся к строке при сохранении в качестве атрибута.

Почему сохранение розы перенесено именно в класс розы? Почему нельзя было внедрить этот код в метод `SaveProject()`? Так можно было поступить, если бы метод `SaveProject()` использовал какое-то нестандартное сохранение. В нашем случае мы подразумеваем, что не только наша форма может захотеть сохранять данные в XML-файл, но и другие приложения и формы. Каждому приложению или форме достаточно вызвать метод сохранения розы и не нужно постоянно повторять весь этот код.

С другой стороны, такой подход очень удобен с точки зрения расширяемости. Допустим, что вы добавляете новое свойство розы, например цвет, и хотите, чтобы свойство сохранялось в файл. Достаточно изменить метод `SaveToFile()` тут же в классе розы и не нужно искать внешний метод сохранения, вспоминать, где он находится и как используется.

Всегда старайтесь писать код сохранения в тех классах, свойства которых они сохраняют. Это не только красивее, но и удобнее.

11.4.2. Чтение XML-документов

В *разд. 10.4* мы уже читали данные из XML-документов с помощью LINQ. На этот раз рассмотрим немного другой способ.

Мы научились сохранять документ, и теперь пора узнать, как можно прочитать структуру XML-файла. Для чтения мы воспользуемся парой классов: `FileStream` и `XmlTextReader`. Первый из них загрузит содержимое файла, а второй — будет анализировать получаемый поток для предоставления нам в удобном виде тэгов и атрибутов XML-документа. Класс `FileStream` нам уже знаком, давайте теперь на практике попробуем разобраться, как можно с помощью класса `XmlTextReader` прочитать XML-документ, а заодно познакомимся и с самим классом. Код метода чтения можно увидеть в листинге 11.5.

Листинг 11.5. Метод чтения XML-документа

```
void OpenProject(string newFilename)
{
  // инициализация классов для чтения
  FileStream fs = new FileStream(newFilename, FileMode.Open);
  XmlTextReader xmlIn = new XmlTextReader(fs);
  xmlIn.WhitespaceHandling = WhitespaceHandling.None;
```

```
  // переместится в начало доумента
  xmlIn.MoveToContent();

  // проверяем первый тэг документа
  if (xmlIn.Name != "RosesPlant")
    throw new ArgumentException("Incorrect file format.");
  string version = xmlIn.GetAttribute(0);

  // цикл чтения тэгов документа
  do
  {
    // удалось ли прочитать очередной тэг?
    if (!xmlIn.Read())
      throw new ArgumentException("Ошибочка");

    // проверяем тип текущего тэга
    if ((xmlIn.NodeType == XmlNodeType.EndElement) &&
        (xmlIn.Name == "RosesPlant"))
      break;

    // если это конечный элемент, то незачем проверять
    if (xmlIn.NodeType == XmlNodeType.EndElement)
      continue;

    // если это роза, то нужно читать ее параметры
    if (xmlIn.Name == "Rose")
    {
      Rose newItem = new Rose("", 0, 0);
      roses.Add(newItem);
      newItem.LoadFromFile(xmlIn);
    }
  } while (!xmlIn.EOF);

  // закрываем классы
  xmlIn.Close();
  fs.Close();

  filename = newFilename;
  designerPanel.Invalidate();
}
```

Для чтения данных мы здесь создаем экземпляр класса `FileStream`, указывая ему имя загружаемого файла и опцию `FileMode.Open`. После этого создаем экземпляр класса чтения XML-документа `XmlTextReader`, которому нужно передать объект потока, из которого объект класса `XmlTextReader` будет читать данные и анализировать тэги.

После инициализации `XmlTextReader` мы, прежде чем начать чтение документа, изменяем только одно его свойство: `WhitespaceHandling`. Это свойство определяет, как

нужно обрабатывать пробелы, имеющиеся в документе. Мы на пробелы обращать внимания не станем, потому что в них для нас нет значащей информации, поэтому отключим их обработку, установив свойство в `WhitespaceHandling.None`.

Теперь вызываем метод `MoveToContent()`, который заставляет анализатор перейти к первому значащему тэгу. В этот момент анализатор `XmlTextReader` найдет в потоке первый тэг, пропустив при этом заголовок документа и все комментарии, которые были написаны в самом начале. В комментарии была записана только общая информация, они не содержали значащих данных, и поэтому мы их пропускаем.

Имя текущего тэга можно прочитать в свойстве `Name`. Перейдя на начало данных, мы должны были попасть на тэг с именем `RosesPlant`. Помните, что именно такой тэг мы записывали первым в файл? Чтобы убедиться, что пользователь выбрал корректный XML-файл, созданный нашей программой или содержащий корректные данные, я проверяю, чтобы текущий тэг был именно с таким именем. Так как с помощью метода `MoveToContent()` мы перешли на первый значащий тэг, то эта проверка для корректного файла должна завершиться успехом. Если нет, то генерируется исключительная ситуация `ArgumentException`.

Когда мы сохраняли первый тэг, то присвоили ему еще и атрибут со значением версии файла. Чтобы получить атрибут текущего тэга, служит метод `GetAttribute()`. Этому методу передается индекс нужного атрибута или имя. Индексы атрибутов нумеруются с нуля, а версия была первым и единственным атрибутом, поэтому для его получения в качестве параметра указан ноль.

Теперь запускаем цикл, перебирающий все остальные тэги. Причем нужно учитывать, что класс `XmlTextReader` будет возвращать нам не только начала тэгов, но и их завершения, если они указаны в файле явно, а они нам не нужны. То есть, при встрече открывающего тэга мы должны быть готовы, что сейчас начнутся его данные, а завершающий тэг мы будем просто игнорировать. Итак, внутри цикла сначала вызывается метод `Read()`. Метод переходит к следующему элементу дерева XML-документа.

Получив очередной элемент XML-дерева, мы делаем две проверки. Если текущий элемент является завершающим, и имя тэга `RosesPlant`, то мы точно добрались до конца файла. Тэг с именем `RosesPlant` является корневым в нашем документе, и если мы дошли до конца этого тэга, значит, достигнут конец файла. Если текущий элемент является завершающим тэгом, то его свойство `EndElement` будет равно `true`. После этого проверяем, не является ли текущий элемент любым другим конечным элементом, и если это так, то тут загружать тоже ничего не нужно, и мы переходим к следующему шагу цикла.

Все предварительные проверки сделаны, поэтому остается только проверить, является ли текущий тэг розой, т. е. равно ли его имя `"Rose"`. Если да, то это тэг розы. В этом случае создаем новый экземпляр розы, добавляем его в список, и тут же заставляем эту розу загрузить свои свойства из XML-файла с помощью метода `LoadFromFile()`. Этот метод у класса еще не существует, но мы его создадим. Как и запись, чтение свойств будет происходить внутри класса розы. Таким образом,

изменив содержимое класса, легко изменить и метод сохранения, потому что он находится в том же файле.

Цикл выполняется, пока свойство `EOF` не равно `true`. Это свойство станет равным `true`, когда наше чтение дойдет до конца файла. Когда файл прочитан, вызываем метод `Close()`, чтобы его закрыть.

Теперь наступила пора посмотреть на метод `LoadFromFile()`, который находится в классе розы и загружает данные объекта из XML-документа:

```
public void LoadFromFile(XmlTextReader xmlIn)
{
  try
  {
    Name = xmlIn.GetAttribute("Name");
    X = Convert.ToInt32(xmlIn.GetAttribute("X"));
    Y = Convert.ToInt32(xmlIn.GetAttribute("Y"));
    Width = Convert.ToInt32(xmlIn.GetAttribute("Width"));
    Height = Convert.ToInt32(xmlIn.GetAttribute("Height"));
  }
  catch (Exception)
  { }
}
```

Что тут добавить? Здесь последовательно читаются все атрибуты с помощью метода `GetAttribute()`. Этому методу мы передаем имя свойства, которое нас интересует. При этом все возможные ошибки просто гасятся, а ошибки тут могут быть разные. Во-первых, если атрибута с указанным именем нет, то произойдет исключительная ситуация. Так как все атрибуты являются строковыми, то при преобразовании их в числа опять может произойти ошибка, если XML-документ редактировался пользователем вручную.

> ***Примечание***
>
> Исходный код примера к этому разделу можно найти в папке *Source\Chapter11\XmlProject* сопровождающего книгу электронного архива (см. *приложение*).

11.5. Потоки *Stream*

Мы уже познакомились с классом `FileStream`, который позволяет работать с файлом в виде потока `Stream`. Тут есть небольшая путаница в терминах, потому что поток `Stream` не имеет ничего общего с потоками `Thread`, которые используются при многопоточности (см. *главу 12*). Проблема в том, что оба англоязычных термина: `Stream` и `Thread` переводятся на русский язык как «поток».

Если говорить о потоке, который `Stream`, то этот поток представляет собой лишь какой-то кусок данных, например:

- `FileStream` (файловый поток) — представляет собой просто файл и позволяет выполнять над ним операции ввода/вывода;

- `MemoryStream` (поток памяти) — реализует блок памяти. Такой поток можно тоже представить себе в виде файла, но хранящегося в памяти;
- `BufferedStream` (буферизированный поток) — обеспечивает дополнительную буферизацию при использовании операций чтения или записи над другими потоками.

Все эти три потока происходят от одного базового класса `Stream`. Именно этот класс определяет такие свойства, как:

- `CanRead` — можно ли читать данные;
- `CanSeek` — поддерживается ли метод `Seek()`;
- `CanTimeout` — поддерживается ли время ожидания;
- `CanWrite` — разрешена ли запись в поток;
- `Length` — размер потока данных;
- `Position` — позиция в потоке;
- `ReadTimeout` — время ожидания при попытке чтения, в миллисекундах;
- `WriteTimeout` — время ожидания при попытке записи, в миллисекундах.

Класс также определяет следующие методы, которые будут наследоваться потомками:

- `BeginRead()` — начать асинхронную операцию чтения;
- `BeginWrite()` — начать асинхронную операцию записи;
- `Close()` — закрыть поток;
- `Dispose()` — освободить все ресурсы, занимаемые потоком;
- `EndRead()` — закончить чтение;
- `EndWrite()` — закончить запись;
- `Flush()` — сбросить изменения на диск;
- `Read()` — прочитать порцию данных;
- `ReadByte()` — прочитать только один байт;
- `Seek()` — перемещение курсора по потоку;
- `SetLength()` — установить новый размер потока;
- `Synchronized()` — статический метод, создающий защищенный для многопоточного программирования объект потока `Stream`;
- `Write()` — записать блок данных;
- `WriteByte()` — записать один байт.

С большинством этих свойств мы уже знакомились на практике, когда в начале главы рассматривали работу с файлами (файловые потоки). Я специально оставил рассмотрение базового потока на конец главы, потому что для него нельзя написать примера. Класс `Stream` является абстрактным, и поэтому вы не можете создать объект этого класса. Вместо этого нужно использовать потомки.

11.6. Потоки *MemoryStream*

Класс `MemoryStream` предоставляет нам блок в памяти, к которому можно осуществить доступ с помощью функций чтения и записи, как мы это делали с файлами. И это не удивительно, ведь `MemoryStream` является потомком от класса `Stream`.

Давайте напишем пример, в котором сохраним в памяти строку (листинг 11.6).

Листинг 11.6. Работа с потоком памяти

```
const string STRING_EXAMPLE = "Эту строку поместим в память";

// превращаем строку в массив символов
UnicodeEncoding unicode = new UnicodeEncoding();
byte[] str = unicode.GetBytes(STRING_EXAMPLE);
int string_size = unicode.GetByteCount(STRING_EXAMPLE);

// создаем поток MemoryStream и записываем в него данные
MemoryStream ms = new MemoryStream(string_size);
ms.Write(str, 0, string_size);
// перемещаемся в начало потока
ms.Seek(0, SeekOrigin.Begin);

// создаем буфер
byte[] buffer = new byte[string_size];

// читаем поток
ms.Read(buffer, 0, string_size);
Text = unicode.GetString(buffer);
```

Чтобы было удобнее работать со строкой, я помещаю ее в константу. Сразу же за этим начинается самое интересное. Строки в .NET хранятся в кодировке Unicode, где каждый символ занимает два байта, а класс `MemoryStream` работает с массивами одиночных байтов. Получается, что для записи строки в поток нам нужно сначала превратить ее в массив байтов. Для этого можно воспользоваться классом `UnicodeEncoding`. У него есть метод `GetBytes()`, который возвращает нужный нам массив байтов. Помимо этого, у него есть метод `GetByteCount()`, с помощью которого можно узнать размер строки в байтах, а не в символах. Именно это и делается в первом блоке кода.

После этого работа с потоком памяти превращается в дело техники. Создаем объект класса `MemoryStream` и сохраняем в него массив байтов. Теперь, чтобы прочитать данные из потока, нужно перейти в его начало. Как и в случае с файловыми потоками, во время записи по потоку перемещается курсор, указывающий на позицию, в которой будет происходить чтение и запись. Записав данные, курсор окажется в конце блока записи, и если попытаться прочитать что-то в этой позиции, то мы получим пустоту.

Чтобы перейти на начало блока, используем метод `Seek()` потока памяти. В качестве первого параметра указываем нулевое смещение, а в качестве второго — указываем, что нужно двигаться от начала файла: `SeekOrigin.Begin`. Если вы хотите прочитать данные, начиная с 10-го байта от начала потока, то нужно написать следующую строку кода:

```
ms.Seek(10, SeekOrigin.Begin);
```

Теперь создаем буфер для чтения и читаем данные с помощью метода `Read()`. Будьте внимательны, данные читаются в виде массива байтов, и для превращения их в .NET-строку (Unicode) можно использовать метод `GetString()` класса `UnicodeEncoding`. В нашем примере результат преобразования сохраняем в свойстве `Text` текущей формы, т. е. в заголовке текущего окна.

> ***Примечание***
>
> Исходный код примера к этому разделу можно найти в папке *Source\Chapter11\MemoryStreamProject* сопровождающего книгу электронного архива (см. *приложение*).

11.7. Сериализация

Сериализация позволяет сохранить состояния объекта в *потоке* (том, который `Stream`). Сохранив состояние объекта, мы можем выключить программу, а при повторном запуске программы восстановить состояние. Можно состояние объектов передавать по сети, чтобы восстанавливать на другом компьютере. Это может пригодиться при распределенных расчетах, когда объект хранит данные для расчета, и мы их передаем на другой компьютер с помощью сериализации.

Классическим хранилищем для свойств объекта является файл. Да, вы можете сохранить в файле все свойства самостоятельно и потом восстановить их с помощью классов, которые мы рассматривали в этой главе, но сериализация реализуется намного проще и может сэкономить вам драгоценное время, которого всегда не хватает.

Чтобы состояние объекта можно было сохранять в потоке `Stream` с помощью сериализации, перед объявлением класса необходимо поставить атрибут `[Serializable]`. Например, давайте объявим упрощенный вариант класса для хранения данных о человеке, состояние которого можно сохранять с помощью сериализации:

```
[Serializable]
class Person
{
  public string FirstName { get; set; }
  public string LastName { get; set; }
  public int Age { get; set; }
  public DateTime Birthday { get; set; }
}
```

Конечно, хранить одновременно и возраст, и дату рождения не имеет смысла, потому что возраст всегда можно вычислить по дате рождения, но я добавил оба поля

для разнородности данных. Самое главное в объявлении — это первая строка, в которой находится атрибут `[Serializable]`.

Итак, создадим новое консольное приложение, в котором объявим объект `Person`, заполним его свойства, сериализуем и сохраним в файл (листинг 11.7).

Листинг 11.7. Сохранение состояния объекта

```
Person person = new Person();

person.FirstName = "Михаил";
person.LastName = "Фленов";
person.Age = 44;
person.Birthday = new DateTime(1976, 8, 11);

StreamWriter sw = File.CreateText("person.txt");
sw.WriteLine(JsonSerializer.Serialize(person));
sw.Close();
```

Сначала здесь создается объект класса `Person`, и в него я сохраняю данные о себе. После этого я создаю текстовый файл, как мы это уже делали в *разд. 11.2*. И вот теперь начинается самое интересное — сериализация. Для этого я использовал статичный метод `Serialize` класса `JsonSerializer`. Метод возвращает строку, в которой объект будет представлен в формате JSON и которую можно сохранить в файл, — именно это я и делаю.

Для работы с `JsonSerializer` нужно подключить следующее пространство имен:

```
using System.Text.Json;
```

Теперь в папке bin\Debug\net5.0\ должен появиться файл person.txt. Откройте его в любом текстовом редакторе и посмотрите на его содержимое:

```
{"FirstName":"\u041C\u0438\u0445\u0430\u0438\u043B","LastName":"\u0424\u043B\
u0435\u043D\u043E\u0432","Age":44,"Birthday":"1976-08-11T00:00:00"}
```

Да, большая строка, которая, на первый взгляд, не очень легко читается просто потому, что в ней нет пробелов. Это формат по умолчанию — он достаточно компактный, чтобы при передаче по сети или при сохранении в файл сериализованная версия занимала как можно меньше места.

Средства управления сериализацией передоставляют нам возможность осуществлять сохранение в более читабельном формате. Для этого методу `Serialize` в качестве второго параметра нужно передать объект `JsonSerializerOptions` с параметрами для превращения объекта в строку. В следующем примере устанавливается параметр `WriteIndented`, что сделает сериализованную строку более приятной для чтения:

```
JsonSerializerOptions options = new JsonSerializerOptions();
options.WriteIndented = true;
sw.WriteLine(JsonSerializer.Serialize(person, options));
```

Запустите программу, она перезапишет файл новой версией, и если теперь взглянуть на его содержимое, то вы должны увидеть что-то типа:

```
{
  "FirstName": "\u041C\u0438\u0445\u0430\u0438\u043B",
  "LastName": "\u0424\u043B\u0435\u043D\u043E\u0432",
  "Age": 44,
  "Birthday": "1976-08-11T00:00:00"
}
```

Это уже намного проще читать. Фигурные скобки задают границы описания объекта. Внутри скобок явно идет список в формате:

```
"имя свойства": Значение
```

Элементы списка разделены запятыми. Если значение является числом, то оно указывается в явном виде. Если это строка, то она в двойных кавычках. Строковые значения хранятся в каком-то непонятном формате, но на самом деле это кодировка Unicode.

Теперь посмотрим на код десериализации, который показан в листинге 11.8.

Листинг 11.8. Загрузка состояния объекта

```
StreamReader sr = File.OpenText("person.dat");
string str = sr.ReadToEnd();
sr.Close();

Person restoredPerson = JsonSerializer.Deserialize<Person>(str);

Console.WriteLine("First name: " + restoredPerson.FirstName);
Console.WriteLine("Last name: " + restoredPerson.LastName);
Console.WriteLine("Age: " + restoredPerson.Age);
Console.WriteLine("Birthday: " + restoredPerson.Birthday);
```

На этот раз, чтобы прочитать содержимое файла, мы создаем объект `StreamReader`, читаем все содержимое файла в строковую переменную с помощью метода `ReadToEnd` и закрываем файл.

Самое интересное в коде — это вызов метода `Deserialize()` класса `JsonSerializer`. Метод получает только один параметр — строку. Метод читает данные в поисках свойств сохраненного объекта, формирует этот объект и возвращает нам его в виде результата работы. Нам нужно только помочь методу и в угловых скобках указать тип класса, который должен получиться в результате, потому что в JSON-файле нет имени класса и десериалайзер не знает, какого класса объект получится.

Далее метод сам создает объект нужного класса, поэтому мы не инициализируем переменную `restoredPerson`, в которую сохраняется результат десериализации. Создается переменная именно класса `Person`, а нам остается только получить результат и сохранить его в `restoredPerson`.

Чтобы убедиться, что у прочитанного из файла объекта такие же свойства, как мы задали в коде перед сохранением, я вывожу значения всех полей в консоль.

Объекты можно сохранять не только в файлах, но и в потоке памяти `MemoryStream`. Например, перед выполнением каких-то расчетов мы можем сохранить состояние объекта в потоке памяти и восстановить состояние после расчетов. В такие моменты потоки в памяти предоставляют нам всю свою мощь и скорость доступа.

> ***Примечание***
>
> Исходный код примера к этому разделу можно найти в папке *Source\Chapter11\SerializeProject* сопровождающего книгу электронного архива (см. *приложение*).

11.7.1. Отключение сериализации

Далеко не все свойства должны сохранять свое состояние. Например, свойства, которые зависят от внешних факторов или рассчитываются во время выполнения программы, нельзя или не имеет смысла сохранять. Соответственно, в нашем классе `Person` я не зря ввел поле `Age`. Оно как раз хорошо показывает вариант, когда сериализация испортит работу приложения. Допустим, что вы сохранили состояние объекта в потоке и восстановили его через год — что произойдет в этом случае? У нашего человека обязательно пройдет день рождения, и возраст изменится, поэтому поле `Age` окажется неактуальным. Такое поле сохранять нельзя, оно должно рассчитываться автоматически.

Вы можете сказать, что в реальном приложении вы вообще не будете создавать поле возраста, потому что оно должно быть только для чтения, и его аксессор `get` должен вычислять результат, а аксессор `set` должен отсутствовать.

Хорошо, давайте тогда рассмотрим класс любого сетевого сервера — например, FTP-сервера. Ему желательно знать, сколько клиентов сейчас подключено, чтобы контролировать нагрузку, да и просто для удобства. Количество клиентов хранится в отдельном классе статистики, и веб-сервер будет его изменять. Нужно ли сохранять это свойство? Опять же — нет, потому что оно зависит от внешних факторов. После восстановления состояния объекта такого количества соединений может и не быть, что приведет к выдаче некорректной информации.

Но продолжим рассматривать сериализацию на примере класса, описывающего данные человека:

```
[Serializable]
class Person
{
    public string FirstName { get; set; }
    public string LastName { get; set; }

    public int Age {
       get { return DateTime.Today.Year - Birthday.Year; }
    }
    public DateTime Birthday { get; set; }
}
```

Теперь `Age` — это поле, которое можно только читать, и возраст теперь рассчитывается. Так что если запустить приложение и посмотреть на результат, то в файле все равно будет находиться возраст `Age`.

Теоретически никакой проблемы здесь нет — ведь даже при восстановлении объекта при попытке чтения свойства `Age` будет возвращаться расчетное значение. Проблема возникнет в том случае, если вы передаете эти данные в другое приложение, где описан такой же класс, и у него программист по какой-то причине сделает поле `Age` изменяемым.

JSON — это универсальный формат и в мире веб-программирования достаточно часто можно увидеть случаи, когда код на C# создает на сервере объекты, передает их браузеру, и там они обрабатываются с помощью JS. Разные языки могут стать причиной разных реализаций.

Кроме того, это же лишняя информация, которая занимает дефицитное пространство на диске или будет передаваться по сети.

Чтобы .NET не сохранял сериализованную информацию в файл, нужно опцию `IgnoreReadOnlyProperties` установить в `true`, как в следующем примере:

```
    JsonSerializerOptions options = new JsonSerializerOptions();
    options.WriteIndented = true;
    options.IgnoreReadOnlyProperties = true;
    sw.WriteLine(JsonSerializer.Serialize(person, options));
```

А что если у класса есть открытая переменная? Допустим, что у нашего класса имеются поля:

```
    [Serializable]
    class Person
    {
        public string FirstName { get; set; }
        public string LastName { get; set; }

        public int Age {
            get { return DateTime.Today.Year - Birthday.Year; }
        }
        public DateTime Birthday { get; set; }

        public string City;
        public string Country;
    }
}
```

Здесь `Country` и `City` просто являются открытыми (`public`) переменными, а не свойствами. По умолчанию они тоже не будут сериализоваться. У меня пока не было такого случая, чтобы нужно было использовать просто поля, — я предпочитаю и всегда использую именно свойства, но допустим, что кто-то сделал поля, и вы уже не можете ничего изменить. Чтобы все же сохранить их состояние — ведь это дан-

ные, и они открытые — мы должны включить еще одну опцию: `IncludeFields`, как показано в следующем примере:

```
JsonSerializerOptions options = new JsonSerializerOptions();
options.WriteIndented = true;
options.IgnoreReadOnlyProperties = true;
options.IncludeFields = true;
sw.WriteLine(JsonSerializer.Serialize(person, options));
```

Отлично, теперь в файле будут не только свойства, но и город, и страна.

Тем не менее я все же рекомендую использовать свойства.

11.7.2. Сериализация в XML

До сих пор сериализация происходила в формате JSON, но с тем же успехом мы можем сохранять состояние объекта и в формате XML. Для этого сначала нужно подключить пространство имен:

```
using System.Xml.Serialization;
```

Сериализация в формате XML работает несколько иначе, чем в формате JSON, и это немного неудобно. Класс вроде бы выглядит так же, но работает по-другому.

Во-первых, класс `Person` должен быть открытым, поэтому убедитесь, что перед объявлением класса стоит слово `public`. Теперь сам код сериализации:

```
StreamWriter sw = File.CreateText("person.dat");
XmlSerializer serializerout = new XmlSerializer(typeof(Person),
    new Type[] { typeof(Person) });
serializerout.Serialize(sw, person);
sw.Close();
```

Здесь мы используем уже не статичный метод, а создаем сначала экземпляр класса, которому нужно передать тип сериализуемых данных, — в нашем случае: `typeof(Person)`. Вот теперь мы можем вызывать метод `Serialize`, и он получает два параметра: поток, куда нужно сохранить результат, и объект.

В результате в файле будет сохранен XML-вариант представления объекта:

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<Person
      xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
      xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema">
  <City>Newmarket</City>
  <Country>Канада</Country>
  <FirstName>Михаил</FirstName>
  <LastName>Фленов</LastName>
  <Birthday>1976-08-11T00:00:00</Birthday>
</Person>
```

Хотя в этот раз у нас не было опций сериализации, но и свойство возраста не попало в результирующий файл. Вот такое тут отличие в работе кода.

Теперь посмотрим, как мы можем прочитать файл. Хотя я мог бы использовать уже существующий экземпляр класса `XmlSerializer`, я все же решил создать новый, чтобы подчеркнуть, что они не отличаются:

```
XmlSerializer serializerin = new XmlSerializer(typeof(Person),
    new Type[] { typeof(Person) });
StreamReader fsin = File.OpenText("person.dat");
Person restoredPerson = (Person)serializerin.Deserialize(fsin);
fsin.Close();
```

После создания `XmlSerializer` создается поток и открывается файл. Теперь мы готовы вызвать метод десериализации `Deserialize`, которому передается поток и из которого нужно читать данные. В отличие от сериализации JSON, здесь мы не передаем тип данных, чтобы получить нужный объект, а получаем объект и приводим его к нужному.

11.7.3. Особенности сериализации

Сериализация может происходить целыми графами. С помощью графа вы можете представить взаимосвязь объектов, и все эти связи будут сохранены в файле. Например, у объекта `Car` может быть свойство двигателя `Engine`. Сериализация сохранит не только сам объект машины, но и его двигатель. Машина может происходить от объекта `Тарантайка`, ее свойства также будут сохранены. Наследственность тоже может быть представлена в виде графа, ведь это взаимодействие объектов.

Кстати, если вы не знаете, что здесь такое *граф* (это не тот, кто является мужем графини), то это не страшно. Главное понимать, что сериализация сохранит все связанные объекты, если у этих объектов установлен атрибут `[Serializable]`.

Следующая особенность кроется в наследовании. Атрибуты сериализации не наследуются, поэтому если базовый класс объявлен с атрибутом `[Serializable]`, то дочерний не станет сериализуемым, пока у него тоже явно не будет указан атрибут `[Serializable]`. При наследовании будьте внимательны — если нужно сохранить возможность сериализации, то следует для наследника явно указать соответствующий атрибут.

Теперь поговорим о формате файлов сериализуемых данных. Бинарный формат более компактный и работает достаточно быстро, но если вы предпочитаете открытые стандарты и XML-формат, то минимальные изменения в коде и использование класса `XmlSerializer` позволят вам сохранять состояние объекта или графа объектов в XML-файл.

Какой же формат сериализации выбрать для своего приложения? Трудно давать какие-то рекомендации, поэтому я опишу пару преимуществ каждого метода, а вы уже выбирайте согласно требованиям задачи. Если вам не нужна открытость, то я бы выбрал бинарный формат, потому что он должен работать быстрее. В случае с XML загрузчику приходится тратить дополнительное время на анализ структуры XML-тэгов.

Если вы выберете открытый формат XML, то сможете написать собственный загрузчик или конвертер данных под другие приложения для использования с другими классами. С бинарным форматом, мне кажется, такое реализовать будет немного сложнее.

А что, если мы хотим сохранить целый массив объектов? Метод сериализации получает только одиночный объект, и массив передать не получится. Проблема решается достаточно просто — нужно только при создании массива указать тип сериализуемых данных. Пример сохранения массива показан в листинге 11.9. Чтобы пример был интереснее, сериализация происходит в XML-файл.

Листинг 11.9. Пример сериализации массива

```
static void Main(string[] args)
{
  // сохранение данных
  List<Person> persons = new List<Person>();
  persons.Add(new Person("Иванов", "Иван"));
  persons.Add(new Person("Петров", "Петр"));

  // создание файла
  FileStream fsout = new FileStream("peoples.dat",
     FileMode.Create, FileAccess.Write);
  // сериализация данных
  XmlSerializer serializerout = new XmlSerializer(typeof(List<Person>),
     new Type[] { typeof(Person) });
  serializerout.Serialize(fsout, persons);
  fsout.Close();

  // загрузка данных
  List<Person> persons1 = new List<Person>();
  FileStream fsin = new FileStream("peoples.dat", FileMode.Open,
     FileAccess.Read);

  // десериализация данных
  XmlSerializer serializerin = new XmlSerializer(typeof(List<Person>),
     new Type[] { typeof(Person) });
  persons1 = (List<Person>)serializerin.Deserialize(fsin);
  fsin.Close();

  // проверяем
  foreach (Person p in persons1)
    Console.WriteLine(p.FirstName);
  Console.ReadLine();
}
```

Для краткости кода я использовал в этом примере консольное приложение. Класс `Person` должен быть объявлен как публичный и должен иметь конструктор по

умолчанию (без параметров), иначе попытка создать такой класс сериализации, как `XmlSerializer`, завершится исключительной ситуацией.

Теперь посмотрим на самое интересное в этом примере — на инициализацию объекта класса `XmlSerializer`:

```
XmlSerializer serializerout =
   new XmlSerializer(typeof(List<Person>),
          new Type[] { typeof(Person) });
```

В качестве первого параметра передаем тип данных массива, а во втором параметре передаем массив типов данных, которые могут находиться в массиве и которые нужно сериализовать. Если в массиве находятся разные объекты, то вы можете указать те типы данных, которые должны сохраняться. Если нужно обрабатывать полностью массив, не обращая внимания на типы объектов, можно использовать конструктор, который получает только тип данных массива:

```
XmlSerializer serializerout =
   new XmlSerializer(typeof(List<Person>));
```

Чтобы увидеть пример в действии, сначала создайте массив и сохраните его в файл. После этого объявите другой массив, в который загружаются данные из того же файла. Для чистоты эксперимента при загрузке используйте совершенно новые объекты, никак не связанные с теми, которые использовались при сохранении данных.

> ***Примечание***
>
> Исходный код примера к этому разделу можно найти в папке *Source\Chapter11\SerializeArray* сопровождающего книгу электронного архива (см. *приложение*).

11.7.4. Управление сериализацией

Возможностей, предоставляемых методами сериализации платформы .NET, достаточно для решения большинства задач сохранения состояний объектов. Большинства, но не всех. Могут возникнуть ситуации, когда нужно будет получить контроль над сохраняемой информацией или ее представлением. До появления .NET 2.0 для управления сериализацией приходилось реализовывать интерфейс `ISerializable`. Интерфейс `ISerializable` мы рассматривать не станем, потому что я предпочитаю использовать современные техники и методы программирования и вам рекомендую. Чтобы не было соблазна использовать что-то устаревшее, об этом лучше и не знать. Лично я уже забыл о существовании интерфейса `ISerializable`.

В современных приложениях лучше пользоваться следующими атрибутами:

- `[OnSerializing]` — позволяет указать метод, который будет вызываться при сериализации объекта;
- `[OnSerialized]` — позволяет указать метод, который будет вызываться сразу после завершения сериализации объекта;

- `[OnDeserializing]` — позволяет указать метод, который будет вызываться при десериализации объекта;
- `[OnDeserialized]` — позволяет указать метод, который будет вызываться сразу после завершения десериализации объекта.

Если ваш класс объявлен с атрибутом `[Serializable]`, и система может сохранять состояние объекта, то вы можете использовать перечисленные атрибуты для указания методов, которые будут выступать как обработчики событий при сериализации и десериализации.

Вы можете задействовать любое количество из этих атрибутов. В примере из листинга 11.10 показан класс `Person`, в который я добавил методы для всех упомянутых атрибутов, но используется только один метод: `OnDeserializedMethod`.

Листинг 11.10. Управление сериализацией через атрибуты

```
[Serializable]
public class Person
{
  ...
  ...
  bool DeserializedVersion = false;

  [OnSerializing]
  internal void OnSerializingMethod(StreamingContext context)
  {
  }

  [OnSerialized]
  internal void OnSerializedMethod(StreamingContext context)
  {
  }

  [OnDeserializing]
  internal void OnDeserializingMethod(StreamingContext context)
  {
  }

  [OnDeserialized]
  internal void OnDeserializedMethod(StreamingContext context)
  {
    DeserializedVersion = true;
  }
}
```

Метод `OnDeserializedMethod()` объявлен с атрибутом `OnDeserialized` и будет вызываться сразу после десериализации объекта. В нашем случае метод изменяет пере-

менную `DeserializedVersion` на `true`. Так мы можем узнать, создан ли объект в программе или десериализован из потока.

Возможности управления сериализацией с помощью атрибутов получаются действительно безграничными (the sky is the limit).

Давайте теперь представим другую ситуацию с изменением объекта. Допустим, что мы выпустили на рынок продукт, который некоторое время успешно продается, и пользователи с ним работают — сохраняют у себя на диске какие-то файлы с сериализованными объектами. И тут мы выпускаем новую версию продукта, в которой у класса `Person` появляется новое поле. Что произойдет? Если мы просто объ-явим поле и не позаботимся об изменениях, то все файлы, сохраненные пользователями, станут бесполезными — новая версия не сможет восстановить состояние объектов по этим файлам.

Если вы объявляете новое поле, то самый простой способ предотвратить возможную ошибку — объявить это поле как опциональное. В этом случае, если во время восстановления состояния объекта будет выяснено, что какое-то поле не существует в файле, то исключительная ситуация генерироваться не будет.

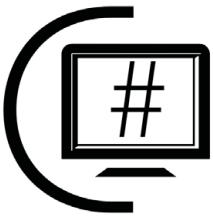
Чтобы объявить поле как опциональное, перед его объявлением нужно поставить атрибут `[OptionalField]`:

```
[Serializable]
public class Person
{
  // здесь идет объявление старых полей
  ...
  ...

  // новое опциональное поле
  [OptionalField]
  public string Address;
}
```

В этом примере мы добавили новое поле для хранения адреса проживания человека. В старой версии его не было, но, благодаря атрибуту `[OptionalField]`, старые файлы сериализации будут загружены без проблем. Ваша задача только правильно обрабатывать такую ситуацию, когда восстановленный объект не обработал новое поле, т. е. не восстановил его состояние. Это состояние может быть задано по умолчанию или запрошено у пользователя.

Атрибут `[OptionalField]` является очень удобным средством для решения проблемы добавления поля, но оно не идеально. Если в ваше приложение добавлено сразу множество полей, то следует задуматься о создании новой версии файла сериализации. Впрочем, это уже совершенно другая история. То, как поддерживать версии форматов файлов, зависит от предпочтений программистов и нигде и никак не регламентируется. В каждом отдельном случае программисты поступают по-своему.

ГЛАВА 12



Многопоточность

Прошли те времена, когда ОС и приложения были однопоточными и могли единовременно выполнять только один процесс. Современные ОС поддерживают *многопоточность*, и не удивительно, что эта технология реализована в .NET. По умолчанию при запуске приложения создается процесс, который выполняет главный поток, в котором и начинается выполнение метода `Main()`. Но главный поток может создавать вторичные потоки, которые будут выполняться параллельно основному.

Поток — это путь выполнения кода. Главный поток приложения начинает свой путь с метода `Main()`, последовательно выполняя его команды. Создавая дочерние потоки, вы должны указать свою точку входа (свой метод), начиная с которой будет происходить выполнение вторичного потока.

Без вторичных потоков реализация некоторых задач может оказаться весьма сложным занятием. Допустим, приложение должно ожидать данные по сети. Если просто вызвать функцию ожидания данных в синхронном режиме из основного потока, то выполнение потока остановится, пока данные не поступят. А если данные не поступят вовсе? Приложение не будет отвечать на другие события, потому что оно занято ожиданием. У вас были случаи, когда вы что-нибудь делаете в программе, а она замирает и перестает отображать в окне информацию? Вполне возможно, что проблема была связана как раз с ожиданием какого-либо действия.

Проблема решается вызовом функции чтения сетевых данных в отдельном потоке, или асинхронно, без блокирования основного потока, чтобы приложение могло продолжать заниматься своими делами.

Еще недавно многопоточность в компьютерах достигалась искусственным путем, потому что системы были однопроцессорными, а процессор не мог выполнять две и более задачи одновременно. Многопроцессорные системы существовали, но они были слишком дорогими, и большинство компьютеров содержало только один модуль выполнения команд. Чтобы добиться параллельного выполнения, процессор просто очень быстро переключался между задачами, поочередно выполняя их в соответствии с установленными приоритетами. Таким образом, несколько задач могли выполняться как бы одновременно, но не параллельно.

В настоящее время появились многоядерные процессоры, в которых на одном кристалле располагаются несколько ядер, способных параллельно выполнять задачи. Помимо этого, постепенно набирают популярность и многопроцессорные системы, что позволит значительно поднять производительность компьютеров.

12.1. Класс *Thread*

Типы и классы, отвечающие за многопоточность, находятся в пространстве имен `System.Threading`. Основным классом в этом пространстве является `Thread`, который как раз и создает поток и предоставляет нам необходимые рычаги управления. Этот класс служит для управления существующими потоками с помощью статичных методов и для создания второстепенных потоков.

Мы с вами уже использовали класс `Thread`, а точнее, его статичный метод `Sleep()`. Этот метод останавливает выполнение текущего потока на указанное в качестве параметра количество миллисекунд. Но так как мы тогда не создавали никаких дочерних потоков, а работали только в главном потоке, который создается автоматически, то получали лишь задержку главного потока выполнения команд.

Сейчас нас больше интересуют вторичные потоки и процесс их создания. Давайте рассмотрим сразу же пример и параллельно будем знакомиться с теоретической частью. Создайте новое консольное приложение и напишите в нем код из листинга 12.1.

Листинг 12.1. Простой пример работы с потоками

```
class Program
{
  static void Main(string[] args)
  {
    Thread t = new Thread(new ThreadStart(ThreadProc));
    t.Start();
    string s;
    do
    {
      s = Console.ReadLine();
      Console.WriteLine(s);
    } while (s != "q");
  }

  public static void ThreadProc()
  {
    for (int i = 0; i < 10; i++)
    {
      Console.WriteLine("Это поток");
```

```
        Thread.Sleep(1000);
      }
    }
}
```

Выполнение программы начинается с метода `Main()`, поэтому давайте и мы начнем рассмотрение примера с этого метода. В самом начале создается экземпляр класса `Thread`. Существуют четыре перегруженных конструктора, но наибольший интерес представляют два из них:

```
Thread(ThreadStart)
Thread(ParameterizedThreadStart)
```

В качестве параметра в обоих случаях конструктор получает переменную делегата. Но что такое *делегат*? Это описание метода, который можно регистрировать в качестве обработчика события. Однако обработчиками событий возможности делегатов не ограничиваются. В нашем случае делегаты `ThreadStart` и `ParameterizedThreadStart` описывают, как должен выглядеть метод, который будет запущен в отдельном потоке, параллельно основному потоку программы.

Теперь посмотрим на разницу между этими двумя делегатами:

- `ThreadStart` указывает на то, что метод не должен ничего возвращать и не должен ничего получать. Именно таким и является метод `ThreadProc()` в нашем примере. Правда, наш метод потока объявлен как статичный, но, в общем случае, это не обязательно. В нашем примере статичность необходима, потому что у приложения нет объектов, и мы работаем в статичном методе `Main()`, из которого можно обращаться только к статичным свойствам и методам;
- `ParameterizedThreadStart` определяет метод, который не должен ничего возвращать, но может получать один параметр типа `Object`. Сразу возникает вопрос — а что, если нам нужно передать в поток сразу несколько параметров? Никто не запрещает вам оформить эти параметры в виде объекта или структуры и передать такой объект, который будет содержать множество значений. Если параметры однотипные, то их можно оформить в виде массива.

Итак, в нашем примере мы создаем новый объект потока `t` и в качестве параметра передаем конструктору в виде делегата `ThreadStart` метод `ThreadProc()`, который и будет запущен в отдельном потоке. Именно будет, потому что простого создания потока недостаточно. Чтобы поток начал свое выполнение, нужно вызвать его метод `Start()`. Именно это мы и делаем во второй строке.

Теперь нам нужно убедиться в параллельности выполнения двух потоков: основного, который выполняет на начальном этапе метод `Main()`, и вторичного, который начал выполнение метода `ThreadProc()`. Для этого в методе `Main()` создается цикл, который ожидает ввода со стороны пользователя и будет выполняться до тех пор, пока пользователь не введет букву `q`. В это время в методе `ThreadProc()` запускается цикл из 10 шагов, в котором каждую секунду в консоль выводится сообщение. Чтобы сделать задержку потока на 1 секунду, используется статичный метод `Sleep()` класса `Thread`.

Запустите приложение и попробуйте что-нибудь вводить в консоль. Обратите внимание, что в процессе вашего ввода может неожиданно появиться сообщение от потока. Это говорит о том, что у нас действительно есть два потока.

Попробуйте теперь запустить еще раз приложение и ввести букву `q`, чтобы цикл в основном потоке прервался. Обратите внимание, что приложение не закрылось, — сообщения от вторичного потока все еще идут. Выполнение программы происходит до тех пор, пока основной поток не завершит выполнение всех команд. Но основной поток может не завершить свою работу, если есть дочерние потоки, выполняющиеся на переднем плане. Метод `Main()` после прочтения буквы `q` завершил работу, и подтверждением этого является то, что мы больше ничего не можем ввести, и никто не ожидает нашего ввода за консолью. Почему же программа не завершается, а консоль закрывается только по завершении работы вторичного потока, когда он выведет все свои 10 сообщений? Секрет кроется в свойстве `IsBackground` потока.

По умолчанию все потоки создаются как потоки переднего плана, и у них свойство `IsBackground` равно `false`. Процесс не может завершиться, пока у него есть работающие вторичные потоки переднего плана. Если вы не хотите, чтобы поток блокировал завершение вашего приложения, то следует изменить свойство `IsBackground` на `true`. Попробуйте сейчас сделать это для нашего примера до вызова метода `Start()`. Запустите приложение и введите букву `q`. Приложение завершится сразу, вне зависимости от того, успел ли вторичный поток отработать все свои 10 шагов.

Давайте посмотрим, какие еще свойства предлагает нам класс `Thread`:

- `IsAlive` — свойство равно `true`, если поток сейчас запущен;
- `Name` — здесь вы можете указать дружественное имя;
- `Priority` — через это свойство можно изменить приоритет выполнения потока. От приоритета зависит, сколько процессорного времени будет выделено потоку;
- `ThreadState` — состояние потока. Поток может находиться в следующих состояниях:
  - `Running` — поток выполняется;
  - `StopRequested` — запрошена остановка потока;
  - `SuspendRequested` — запрошена приостановка потока;
  - `AbortRequested` — запрошена операция прерывания выполнения;
  - `Background` — поток выполняется в фоне;
  - `Unstarted` — поток еще не выполнялся (не вызывался метод `Start()`);
  - `Stopped` — поток остановлен;
  - `Suspended` — поток приостановлен;
  - `Aborted` — выполнение прервано;
  - `WaitSleepJoin` — поток заблокирован.

Наиболее интересным свойством является приоритет выполнения потока. Он имеет тип данных перечисления `ThreadPriority`, которое позволяет вам указывать следующие значения:

- `Lowest` — самый низкий приоритет;
- `BelowNormal` — ниже нормального;
- `Normal` — нормальный приоритет (значение по умолчанию);
- `AboveNormal` — выше нормального;
- `Highest` — наивысший приоритет.

Изменение приоритета потока не может сильно повлиять на выделяемое процессорное время. Это всего лишь ваши запросы, а что реально будет выделено процессу — зависит от ОС. По умолчанию все потоки получают приоритет `Normal`. Указав значение `Highest`, вы всего лишь просите у ОС давать вам больше процессорного времени по сравнению с другими потоками. Но нет гарантии, что ОС станет уделять потоку, объявленному высокоприоритетным, лишнее внимание.

В связи с этим в большинстве случаев свойство приоритета оставляют по умолчанию. Да и изменять его, как правило, не имеет смысла. Чаще всего мне приходилось понижать приоритет потока, когда я создавал какой-то вспомогательный поток, который должен выполнять обслуживающие операции в фоне. Поэтому, чтобы поток сильно не отбирал процессорное время у основного потока, приоритет сервисного лучше понизить.

Методы у класса `Thread` не менее интересны и полезны:

- `Abort()` — заставляет систему прервать поток. Он не будет прерван мгновенно, система только постарается как можно скорее прервать его работу;
- `Interrupt()` — прервать поток, который находится в состоянии `WaitSleepJoin`;
- `Join()` — заблокировать текущий поток, пока не завершит работу поток, указанный в качестве параметра;
- `Resume()` — возобновить работу потока, который был приостановлен;
- `Suspend()` — приостановить выполнение потока.

> ***Примечание***
>
> Исходный код примера к этому разделу можно найти в папке *Source\Chapter12\ThreadTest* сопровождающего книгу электронного архива (см. *приложение*).

12.2. Передача параметра в поток

В тех случаях, когда необходимо в метод потока передать какое-либо значение (а такое бывает очень часто), можно использовать параметризированный вариант делегата: `ParameterizedThreadStart`. В листинге 12.2 показан модифицированный код, в котором потоку передается в качестве параметра количество шагов, которые он должен сделать в цикле параллельно основному потоку.

Листинг 12.2. Передача параметра в поток

```
static void Main(string[] args)
{
  Thread t = new Thread(new ParameterizedThreadStart(ThreadProc));
  t.IsBackground = true;
  t.Start(5);
  ...
}
// метод, выполняемый в потоке
public static void ThreadProc(Object number)
{
  int loop_number = (int)number;
  for (int i = 0; i < loop_number; i++)
  {
    Console.WriteLine("Это поток");
    Thread.Sleep(1000);
  }
}
```

На этот раз конструктору класса `Thread` передается делегат `ParameterizedThreadStart`, который определяет метод, получающий параметр типа `Object`. Для этого пришлось добавить этот параметр методу `ThreadProc()`. Само значение передается через метод `Start()`, который запускает поток на выполнение.

Благодаря универсальности типа данных `Object`, мы можем передать методу любые данные, даже простой тип `int`. Простой тип данных, такой как число, будет упакован в объект класса `Int`*XX* (*XX* — разрядность числа) и передан методу потока. Например, в нашем случае число 5, скорее всего, будет передано в виде типа данных `Int32`.

Тут я хочу заметить, что метод `Start()`, который должен запускать поток на выполнение, на самом деле только информирует систему о том, что мы хотим запустить поток. Нет никакой гарантии, что поток запустится мгновенно и именно параллельно основному процессу. Когда этот поток будет в реальности запущен, известно только одной операционной системе. К чему я это? Когда будете писать свой код потоков, не стоит надеяться, что метод потока начнет свое выполнение до выполнения первого оператора, следующего за `Start()`.

> ***Примечание***
>
> Исходный код примера к этому разделу можно найти в папке *Source\Chapter12\ParamThreadTest* сопровождающего книгу электронного архива (см. *приложение*).

12.3. Конкурентный доступ

Когда несколько потоков обращаются к одному и тому же ресурсу, то между ними возникает конкуренция. Каждый поток пытается получить доступ к ресурсу первым, и система может давать этот доступ в хаотичном порядке. Давайте посмотрим на пример из листинга 12.3.

Листинг 12.3. Код потоков с конкурентным доступом к данным

```
class ThreadTester
{
  public ThreadTester()
  {
    for (int i = 0; i < 5; i++)
    {
      Thread t = new Thread(new ThreadStart(ThreadFunc));
      t.Name = "Поток " + i.ToString();
      t.Start();
    }
    Console.ReadLine();
  }

  // метод, который будем выполнять в потоке
  void ThreadFunc()
  {
    for (int i = 0; i < 5; i++)
    {
      Console.WriteLine(Thread.CurrentThread.Name + " - " +
            i.ToString());
      Thread.Sleep(100);
    }
  }
}
```

В этом примере конструктор класса `ThreadTester` создает 5 потоков, каждый из которых выводит в консоль по 5 чисел с задержкой в 100 миллисекунд. Для удобства потокам при создании даются имена, а внутри метода потока, чтобы получить его имя, я использую конструкцию `Thread.CurrentThread.Name`.

Цикл создания потоков выполняется достаточно быстро, и на моем компьютере получилось так, что задержка в 100 миллисекунд для всех потоков завершалась примерно в одно и то же время, поэтому в этот момент в консоли начинался бардак. Кто первый встал, того и тапки, — поэтому числа в консоли появились абсолютно хаотично и без четкой последовательности.

А как сделать, чтобы каждый из потоков, если это нужно, отрабатывался бы индивидуально, и их числа шли бы строго последовательно? То есть пока выполняется

метод `ThreadFunc()` для одного потока, никакой другой поток не мог бы получить доступ к этому же ресурсу? Да легко! Нужно код, который должен вызываться для каждого потока в отдельности, заключить в блок `lock`:

```
void ThreadFunc()
{
  lock (this)
  {
    for (int i = 0; i < 5; i++)
    {
      Console.WriteLine(Thread.CurrentThread.Name + " - " +
          i.ToString());
      Thread.Sleep(100);
    }
  }
}
```

В качестве параметра ключевое слово `lock` получает объект-маркер, используемый для синхронизации. Самый простой способ передать потоку объект — использовать ключевое слово `this`, в котором находится текущий объект.

Если теперь запустить пример, то пока один объект выводит данные в консоль, а точнее, выполняет код из блока `lock`, ни один другой поток в код этого блока не войдет, поэтому результаты выводов потоков будут идти последовательно.

Ключевое слово `lock` введено для вашего удобства. На самом деле при компиляции это слово заменяется на следующий код с использованием класса `Monitor`:

```
Monitor.Enter(this);
try
{
  for (int i = 0; i < 5; i++)
  {
    Console.WriteLine(Thread.CurrentThread.Name + " - " +
           i.ToString());
    Thread.Sleep(100);
  }
}
finally
{
  Monitor.Exit(this);
}
```

Класс `Monitor` содержит два статичных метода, которые и используются для создания синхронизации: метод `Enter()` входит в код синхронизации, а метод `Exit()` — выходит.

Чтобы лучше понять проблему конкуренции доступа, давайте рассмотрим пример. Допустим, у вас есть два потока. Первый поток подготавливает список файлов в определенном каталоге, а другой поток отображает эти данные на экране. Если

первый поток не успеет сформировать список нужных файлов, то второй отобразит некорректную информацию. Получается, что при обращении к одним и тем же данным со стороны разных потоков мы можем встретиться с проблемой некорректности данных.

На самом деле даже такие операции, как присвоение или простые математические, не являются целостными, и они тоже конкурируют за доступ к переменным. Чтобы решить эту проблему, можно весь код заключать в блок `lock`, но поддержка такой синхронизации достаточно накладно сказывается на процессоре и отнимает лишние ресурсы.

Проблему решает класс `Interlocked`, который имеется в пространстве имен `System.Threading`. У этого класса есть несколько статичных членов, которые гарантируют целостность (атомарность) выполняемой операции:

- `Add()` — складывает два числа, а результат возвращает в первом параметре;
- `CompareExchange()` — сравнивает два значения, и если они равны, то заменяет первое из сравниваемых значений;
- `Decrement()` — безопасно уменьшает на единицу;
- `Increment()` — безопасно увеличивает на единицу;
- `Exchange()` — безопасно меняет два значения местами.

А что, если вам нужно синхронизировать все методы и свойства целого класса? Тогда идеальным вариантом будет использование атрибута `Synchronization`. Поставив этот атрибут перед объявлением класса, вы защитите все члена класса:

```
[Synchronization]
public class MyClass: Объект
{
  // методы и свойства класса
}
```

Чтобы использовать этот атрибут, нужно подключить к модулю пространство имен `System.Runtime.Remoting.Contexts`.

> ***Примечание***
>
> Исходный код примера к этому разделу можно найти в папке *Source\Chapter12\ConcurentAccess* сопровождающего книгу электронного архива (см. *приложение*).

12.4. Пул потоков

На первый взгляд может показаться, что создание потоков связано с лишними затратами — ведь нужно выделить для нового потока выполнения команд какие-то ресурсы. Да, ресурсы нужны, но все не так уж и страшно. Для повышения производительности система использует *пул* (набор) потоков, который позволяет как раз повторно использовать ресурсы потоков.

Для управления пулом в .NET есть класс `ThreadPool`. Вы помещаете методы в пул на выполнение в потоке, и как только какой-то поток в пуле освободится, он (освободившийся поток) будет выполнен. Чтобы поместить что-то в очередь пула, используется метод `QueueUserWorkItem()`. Есть несколько перегруженных методов, но наиболее интересным является вариант, который получает два параметра: делегат `WaitCallback` и объектную переменную `state`. Делегат `WaitCallback` определяет метод следующего вида:

```
public delegate void WaitCallback(
    Object state
)
```

Обратите внимание на имя параметра делегата. Оно такое же, как и имя второго параметра `WaitCallback`. И это не случайно. То, что мы укажем во втором параметре `WaitCallback`, будет передано в качестве единственного параметра делегату.

Давайте напишем пример, в котором программа будет рассчитывать в потоке факториалы чисел от 1 до 10. Код такого примера показан в листинге 12.5.

Листинг 12.4. Использование пула потоков

```
class Program
{
  static void Main(string[] args)
  {
    WaitCallback callback = new WaitCallback(FactFunc);
    // цикл помещения делегатов в очередь пула
    for (int i = 1; i < 10; i++)
    {
      ThreadPool.QueueUserWorkItem(callback, i);
    }
    Console.ReadLine();
  }

  // делегат расчета факториала
  static void FactFunc(Object state)
  {
    int num = (int)state;
    int result = 1;
    for (int i = 2; i < num; i++)
      result *= i;
     Console.WriteLine(result);
   }
}
```

В методе `Main()` мы сначала создаем экземпляр делегата `WaitCallback`. Потом запускается цикл, внутри которого в пул добавляются делегаты, в качестве параметра которым передается значение переменной `i`. Наполнив пул, система будет брать

готовые объекты потоков и использовать их для выполнения кода нашего делегата. Если пул будет меньше созданных делегатов, то по мере выполнения и освобождения потоков пула будут выполняться остальные делегаты.

При работе с пулом нужно учитывать, что все его потоки являются фоновыми и выполняются с нормальным приоритетом (`ThreadPriority.Normal`).

Давайте рассмотрим, какие еще сервисные методы предлагает нам класс `ThreadPool`:

- `GetMaxThreads()` — позволяет узнать максимальное количество потоков, выполняемых одновременно в пуле;
- `GetAvailableThreads()` — возвращает количество свободных потоков в пуле;
- `GetMinThreads()` — возвращает минимальное количество подготовленных к выполнению в пуле потоков, которые всегда находятся в режиме ожидания постановки в очередь делегата;
- `SetMaxThreads()` — позволяет изменить максимальное количество потоков в пуле;
- `SetMinThreads()` — позволяет изменить минимальное количество потоков в пуле.

> ***Примечание***
>
> Исходный код примера к этому разделу можно найти в папке *Source\Chapter12\ ThreadPoolProject* сопровождающего книгу электронного архива (см. *приложение*).

12.5. Домены приложений .NET

В классических Windows-приложениях для платформы Win32 исполняемый код помещается непосредственно в процесс, в котором и выполняется. Процесс может создавать потоки, которые будут выполняться параллельно с ним. В .NET есть дополнительный промежуточный уровень, называемый *доменом приложения*, или AppDomain. Один процесс может состоять из нескольких доменов, каждый из которых может выполнять свой собственный исполняемый файл (сборку).

Для чего был введен этот дополнительный уровень? Во-первых, это сделано для обеспечения независимости от платформы. Каждая платформа по-своему работает с процессами, а домены приложения позволяют абстрагироваться от того, как та или иная платформа работает с исполняемым объектом. Вторая причина — это надежность, потому что домены не влияют на работу всего приложения. Если работа одного из доменов нарушена, то приложение в целом продолжает работать и будет выполнять остальные домены.

Домены приложения работают независимо друг от друга и не разделяют никаких данных. Код одного домена не может получить доступ к свойствам и значениям другого. Для обмена информацией придется задействовать внешние хранилища информации, которые могут разделяться (например, файлы), или использовать удаленное взаимодействие или простой сетевой обмен данными.

При создании нового процесса в нем создается домен по умолчанию, в котором и будет выполняться код запущенного процесса. Вы можете создавать дополнитель-

ные домены или управлять уже существующими. Несмотря на то, что такая необходимость возникает очень редко, эту тему следует рассмотреть хотя бы в общеобразовательных целях.

Для работы с доменом приложения в .NET есть класс `AppDomain`, который находится в пространстве имен `System`. Используя его статичные методы, вы можете управлять доменами процесса. У этого класса есть одно статичное свойство — `CurrentDomain`, которое хранит текущий домен и два статичных метода, которые могут нас заинтересовать:

- `CreateDomain()` — создать новый домен в текущем процессе;
- `Unload()` — выгружает указанный в качестве параметра домен.

Есть еще три статичных метода, но один из них (`GetCurrentThreadId()`) не поддерживается — он устарел и остался только для совместимости, а два других (`Equals()` и `ReferenceEquals()`) предназначены для сравнения объектов и ссылок.

Давайте напишем один очень интересный пример, который покажет нам домен на практике. Точнее сказать, нам придется написать целых два приложения, и оба будут консольными для простоты эксперимента.

Первый проект назовем `DomainTest` и в его методе `Main()` напишем следующий код:

```
static void Main(string[] args)
{
  Console.WriteLine("Это внешняя сборка");
  Console.WriteLine(AppDomain.CurrentDomain.FriendlyName);
  Console.ReadLine();
  Console.WriteLine("Завершаем работу");
}
```

Здесь выводится в консоль приветственное сообщение, имя текущего домена, запрашивается у пользователя ввод и выводится прощальное сообщение. Ничего сложного — просто идентификация того, что перед нами находится определенная сборка. Для определения текущего дружественного имени домена обращаемся к свойству `AppDomain.CurrentDomain.FriendlyName`.

Скомпилируйте проект, чтобы создать сборку, и выполните ее. При запуске исполняемого файла система создаст процесс, в котором будет создан домен по умолчанию, внутри которого и станет происходить выполнение исполняемого кода. Всего этого мы не видим, оно скрыто от нашего взгляда. Домены по умолчанию в качестве дружественного имени получают имя текущего исполняемого файла. В нашем случае исполняемый файл DomainTest.exe, и вы именно это имя должны увидеть на экране. Если вы запускаете файл из Visual Studio в режиме отладки, то имя домена может быть DomainTest.vshost.exe. Если заглянуть в папку bin\Debug, то вы увидите там файл с таким именем, и именно в домене этой сборки выполняется наш код, запущенный в режиме отладки.

Теперь создаем новое консольное приложение, которое я назвал `AppDomainProject`, а в его методе `Main()` пишем следующий код:

```
static void Main(string[] args)
{
  Console.WriteLine("Сейчас будем запускать другую сборку в нашем процессе");
  AppDomain ad = AppDomain.CreateDomain("Мой домен");
  ad.ExecuteAssembly(
    @"F:\Source\Chapter12\DomainTest\bin\Release\DomainTest.exe");
  Console.ReadLine();
}
```

Вот тут кроется самое интересное. После приветственного сообщения вызываем статичный метод `CreateDomain()` для создания нового домена внутри текущего процесса. Методу `CreateDomain()` передается дружественное имя домена, которое будет назначено ему, а в качестве результата мы получим объект класса `AppDomain`.

Следующим шагом запускаем сборку на выполнение. Причем именно ту, которую мы создали ранее: DomainTest.exe. Это делается с помощью метода `ExecuteAssembly()` домена. В качестве параметра метод получает путь к сборке, которую нужно выполнить. На этот раз сборка DomainTest.exe будет запущена не в отдельном процессе и домене по умолчанию, а в текущем процессе и созданном нами домене.

Чтобы приложение не завершило работу, в последней строке вызываем метод `ReadLine()`.

Запустите приложение на выполнение. На этот раз после приветствия, которое есть в коде нашей сборки, появляется приветствие внешней сборки, которую мы запустили в текущем процессе, и появляется имя домена. Имя домена на этот раз `"Мой домен"`. Так как все выполняется в одном процессе, то обе сборки работают с одной и той же консолью, и весь вывод идет в одно окно консоли.

Нажмите клавишу <Enter>, и вы увидите прощальное сообщение сборки DomainTest.exe. То есть, после создания домена именно этот домен получил управление консолью, и он ожидал ввода. Но процесс не завершил работу, потому что ввода ожидает домен по умолчанию, в котором работает сборка AppDomainProject.exe. Завершил работу только домен, который мы создавали явно. Результат работы примера можно увидеть на рис. 12.1.

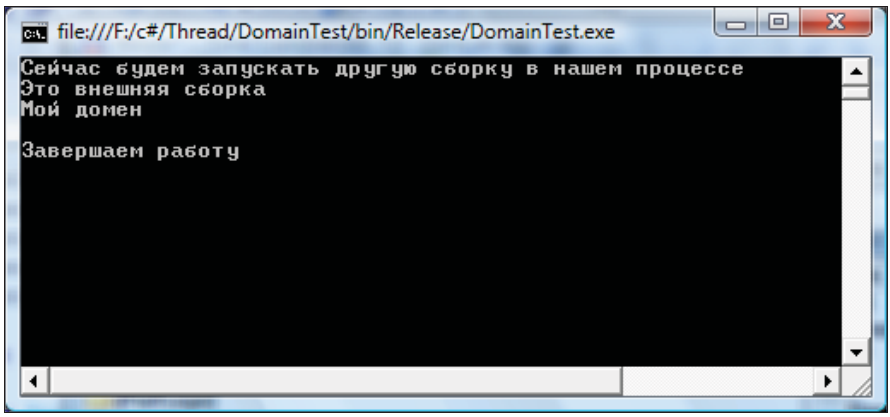


Рис. 12.1. Результат работы программы

Примечание

Исходный код примеров к этому разделу можно найти в папках *Source\Chapter12\AppDomainProject* и *Source\Chapter12\DomainTest* сопровождающего книгу электронного архива (см. *приложение*).

12.6. Ключевые слова *async* и *await*

Архитектура Windows существует уже многие годы, и изначально потоки были как бы исключительной ситуацией, и их создавали только в крайнем случае. Мне кажется, все изменилось после появления iOS, когда Apple показала, что интерфейс должен отзываться на действия пользователя, не взирая ни на что.

Потоки действительно делают код более гибким, и с ними проще создавать интерфейс, который не будет блокироваться в ожидании завершения долго выполняющихся задач.

Чтобы сделать для программистов Windows-платформы разработку потоков проще, Microsoft разработала новый подход, основанный на применении двух новых ключевых слов: `async` и `await`.

Исследуем все с самого начала на классическом и легко понятном примере работы с Интернетом. Доступ к Интернету не всегда быстрый и далеко не самый стабильный. На мобильных устройствах — если у вас нет скоростного LTE-подключения — эта проблема еще серьезнее. Если вызвать методы доступа к сайту синхронно, то основной поток остановится в ожидании медленного ответа с сервера, и окно программы даже не станет обновляться. Проблему можно решить с помощью потоков, но с точки зрения программирования это не самый простой и удобный подход. Задачи предлагают нам более элегантное решение.

Для примера я создал класс `AsyncSampleClass` с одним методом, который загружает с моего сайта файл robots.txt.

Листинг 12.5. Потоки с использованием `async`/`await`

```
class AsyncSampleClass
{
  public async Task<string> AccessTheWebAsync() {
    HttpClient client = new HttpClient();

    Task<string> getStringTask =
      client.GetStringAsync("http://www.flenov.info/robots.txt");

    return await getStringTask;
  }
}
```

В этом методе создается новый экземпляр класса `HttpClient`, который умеет работать со страницами в Интернете. Потом вызывается метод `GetStringAsync`, в качестве параметра для которого указан адрес (URL) к файлу robots.txt на моем сайте.

С помощью таких файлов сайты обычно сообщают, какие страницы поисковые системы могут индексировать, а какие нет.

Выполнение этого метода создает задачу `Task`, которая направляет на сервер запрос на загрузку файла и вместо блокировки текущего потока нам возвращается задача, через которую мы потом можем получить доступ к результату, когда он будет готов.

Если ваше приложение с визуальным интерфейсом, то интерфейс не будет блокироваться, потому что загрузка файла идет асинхронно.

> ***Примечание***
>
> Исходный код консольного примера использования класса `HttpClient` можно найти в папке *Source\Chapter12\TaskSample* сопровождающего книгу электронного архива (см. *приложение*).

В листинге 12.5 задействованы задачи, которые требуют подключения пространства имен `System.Threading.Tasks` и клиента для работы с HTTP-протоколом, которому нужно пространство имен `System.Net.Http`. Их следует подключить, как обычно:

```
using System.Net.Http;
using System.Threading.Tasks;
```

Теперь посмотрим на код, который использует класс из листинга 12.5 (листинг 12.6).

Листинг 12.6. Использование асинхронного метода

```
// создать класс
AsyncSampleClass c = new AsyncSampleClass();

// вызвать метод загрузки файла из Интернета
Task<string> asyncContent = c.AccessTheWebAsync();

// показать состояние задачи
Console.WriteLine("Состояние: " + asyncContent.Status);

// дождаться загрузки выполнения
string webContent = asyncContent.Result;

// еще раз отобразить статус
Console.WriteLine("Состояние: " + asyncContent.Status);

// отобразить содержимое файла
Console.WriteLine("Результат с сайта:");
Console.WriteLine(webContent);
Console.ReadLine();
```

Мы здесь вызываем асинхронный метод загрузки файла и сохраняем результат в задаче. Эта задача выполняется не мгновенно, поэтому результата пока, скорее

всего, получено не будет. Точнее сказать, задача была только создана, но еще не начала выполняться. У этой задачи есть свойство `Status`, через которое можно проверить текущее состояние, и в настоящий момент оно будет равно `WaitingForActivation`.

Через объект задачи `asyncContent` мы можем посмотреть статус выполнения, а также через свойство `Result` задачи обратиться к результату:

```
string webContent = asyncContent.Result;
```

При обращении к свойству `Result` мы блокируем текущий поток в ожидании результата. Согласно документации это эквивалент вызова метода `Wait` и ожидания загрузки файла:

```
asyncContent.Wait();
```

Если во время выполнения задачи произойдет ошибка, а мы будем обращаться к результату через свойство `Result`, то мы увидим исключительную ситуацию `AggregateException`. Это плохо, потому что мы не будем знать, что реально привело к проблеме.

Чтобы в случае ошибки увидеть реальную исключительную ситуацию, рекомендуется использовать `GetAwaiter().GetResult()`:

```
asyncContent.GetAwaiter().GetResult()
```

Здесь сначала вызывается метод `GetAwaiter` объекта задачи, который позволяет дождаться отработки выполнения потока. Метод вернет нам объект класса `TaskAwaiter`, у которого есть метод `GetResult`, позволяющий получить результат.

В любом случае, какой бы вы способ ни выбрали, в этот момент выполнение программы остановится в ожидании результата.

Когда результат получен, я еще раз вывожу статус, и на этот раз он должен быть `RanToCompletion`, потому что поток обязан был завершить работу.

Полный результат выполнения программы будет таким:

```
Состояние: WaitingForActivation
Состояние: RanToCompletion
Результат с сайта:
User-agent: *
Allow: /
Host: www.flenov.info
```

Я начал с этого простого сетевого примера, и в нем задача, которая выполняется в отдельном потоке, создается методом `GetStringAsync` класса `HttpClient`. То есть мы рассмотрели случай, как работать с кодом, когда какой-то существующий API возвращает нам не реальный результат, а задачу, которая по завершении работы в потоке позволит нам узнать результат.

Ожидание результата с помощью `Result` и `GetAwaiter().GetResult()` чревато серьезной проблемой — это может привести к «мертвой» блокировке. Поясню, что это значит. Допустим, два потока создают задачи, которые не должны блокировать

выполнение. Да, каждый поток может иметь свои задачи. То есть оба потока сказали, что они находятся в режиме ожидания, и дали процессору шанс выполнять другие задачи. Затем они оба завершили свою работу и пытаются вернуться обратно в свой оригинальный поток, но если при этом они заблокируют друг друга, то такое состояние и называется «мертвой» блокировкой.

Вот максимально упрощенный пример, который приводит к блокировке:

```
Поток 1 выполняет код 1
Поток 2 выполняет код 2
Поток 3 выполняет код 3
Поток 1 создает задачу для кода 1
Поток 4 начинает выполнять код 1
Поток 1 свободен, пока ждет потока 4
Поток 2 создает задачу для кода 2
Поток 1 свободен и берет выполнение кода 2
Поток 3 создает задачу для кода 3
Поток 2 свободен и берет на себя код 3
```

И вот мы подобрались к проблеме. Поток 3 выполняет код 2, а поток 2 выполняет код 3. Они выполняют код друг друга, и когда поток 2 закончит выполнять код 3, он должен вернуть код 3 потоку 3, где он работал изначально, но не сможет этого сделать, потому что поток 3 должен вернуть код 2 потоку 2.

Вы можете подумать, что проблему можно решить банальным обменом — два потока меняются веткой кода, и проблема решена, но в реальной жизни все может быть более сложно: поток 1 зависит от 2, поток 2 зависит от 3, поток 3 зависит от 4, а четыре от 1. Распутать такую циклическую цепочку будет уже не так просто.

Это проблема, и тут есть два варианта решения. Идеальный вариант — не ожидать результата через свойство `Result` и метод `GetAwaiter().GetResult()`, а вместо этого все методы должны возвращать задачу.

В идеале если метод возвращает задачу, то вы должны как бы передавать ее дальше. Теоретически мы должны были бы написать код таким образом:

```
async Task<int> Main() {
    AsyncSampleClass c = new AsyncSampleClass();
    string result = await c.AccessTheWebAsync();
}
```

Метод `AccessTheWebAsync` возвращает задачу `Task`, но вместо того чтобы сохранять задачу и ожидать потом результат, примененный мной новый оператор `await` ожидает результат и дает нам уже не задачу, а строку. Проблема в том, что если мы используем этот подход, то и метод `Main` должен возвращать задачу, что я и попытался сделать в приведенном примере (добавил в объявление метода оператор `async`, чего для `Main` делать нельзя). Так что рекомендуется использовать показанный подход повсеместно, за исключением случаев с методом `Main`, просто потому, что он с ним не работает. Вот когда мы займемся веб-программированием и станем рассматривать контейнеры, то там этот подход работать будет. Сейчас же я только

хотел показать идею — как рекомендуется делать в тех случаях, когда применение показанного подхода возможно.

Второе решение: попросить .NET не менять контекст (поток) по завершении работы — для этого нужно после задачи `ConfigureAwait(false)` указать:

```
string webContent =
   asyncContent.ConfigureAwait(false).GetAwaiter().GetResult();
```

Этот подход позволяет избежать блокировок, потому что `ConfigureAwait(false)` говорит: не возвращайся в оригинальный контекст и продолжай выполняться в том же потоке, где и закончил выполнение. Очень часто это нормально — продолжать выполнение и не менять контекст.

Нам еще нужно посмотреть, как самим создать задачу, которая будет выполнять наш собственный код.

Представим, что расчет факториала — это очень медленная и сложная операция, и чтобы сделать ее такой медленной, можно просто добавить задержку на каждом этапе цикла:

```
for (int i = 1; i <= value; i++) {
  result *= i;
  System.Threading.Tasks.Task.Delay(10).Wait();
}
```

Теперь этот код будет выполняться намного дольше. Если вы хотите вычислить факториал числа 10, то за счет задержек код будет выполняться 100 миллисекунд, что вполне заметно на глаз. Можно код затормозить еще сильнее, но для нашего примера этого будет достаточно.

Итак, нам нужно создать задачу, которая будет выполняться параллельно с нашим кодом, и для этого можно использовать статичный метод `Run` класса `Task`:

```
public Task<int> LongRunningFactorial(int value)
{
  return Task.Run(() =>
  {
    int result = 1;
    for (int i = 1; i <= value; i++) {
      result *= i;
      System.Threading.Tasks.Task.Delay(10).Wait();
    }
    return result;
  });
}
```

В качестве параметра метод `Run` получает `Action`, которые легко создаются с помощью *анонимных функций* или Lambda Expression (лямбда-выражений). Когда мы работали с LINQ, то как раз писали подобные лямбда-выражения, — тогда они выглядели так:

```
m =>  код, использующий m
```

Сейчас мы делаем почти то же самое, только вместо переменной `m` у нас круглые скобки. А когда мы используем круглые скобки? При объявлении методов, а значит, вместо переменной `m` определенного типа мы работаем с методом или, точнее, с функцией. Отличие функции от метода заключается в том, что метод принадлежит какому-то классу, а функция существует сама по себе и не принадлежит никому. В старых языках программирования можно было создавать функции типа:

```
void Factorial(int value) {
   . . .
}
```

без указания класса, в том числе так могли создаваться глобальные функции. В .NET такое запрещено — все функции должны принадлежать классам, а значит, они становятся методами.

У нашей функции просто нет имени, поэтому и говорят: *анонимная функция*. Она не имеет ни имени, ни класса:

```
() => {
 // код анонимной функции
}
```

Именно такую анонимную функцию мы должны передать методу `Run`. Метод создаст задачу и вернет ее в качестве результата.

Теперь метод `LongRunningFactorial` работает примерно так же, как и метод загрузки данных из Интернета, — создает задачу и, не дожидаясь окончания ее выполнения, разрешает нам продолжить работу.

Теперь посмотрим, как этот метод можно использовать:

```
AsyncSampleClass2 sample = new AsyncSampleClass2();
var factorialTask = sample.LongRunningFactorial(12);
while (factorialTask.Status != TaskStatus.RanToCompletion) {
     Console.WriteLine("Статус = " + factorialTask.Status);
     System.Threading.Tasks.Task.Delay(100).Wait();
}
Console.WriteLine("Статус = " + factorialTask.Status);
Console.WriteLine("Результат = " + factorialTask.Result);
```

В этом примере создается класс `AsyncSampleClass2`, внутри которого я реализовал метод `LongRunningFactorial`, и вызываю этот метод, чтобы создать задачу.

Там запускается цикл `while`, который проверяет статус задачи. Если статус не равен `TaskStatus.RanToCompletion`, то мы отображаем текущий статус и ждем 100 миллисекунд, чтобы дать возможность задаче закончить свои расчеты. Когда статус изменяется на `TaskStatus.RanToCompletion`, отображаем результат и выходим.

Результат выполнения этого примера будет таким:

```
Статус = WaitingToRun
Статус = Running
```

```
Статус = RanToCompletion
Результат = 479001600
```

Внимание!

Я использую цикл `while` только для того, чтобы показать вам, как меняется статус задачи. В реальных примерах вы не должны таким образом ожидать окончания задачи — дожидаться выполнения задачи нужно следующим образом:

```
factorialTask.GetAwaiter().GetResult()
```

Моей целью было показать вам, как работают потоки, и дать по этому вопросу начальные базовые знания. Используйте потоки и задачи для всех долго выполняющихся задач и тестируйте интерфейс программ, чтобы убедиться, что интерфейс не блокируется и всегда отзывается на действия пользователей.

12.7. Задачи или потоки — что выбрать?

В этой главе мы рассмотрели сразу две разные концепции: потоки `Thread` и задачи `Task`. Что выбрать для вашего приложения? Потоки — это концепция ОС, когда мы говорим, что код должен выполняться в отдельном потоке. Задачи — это больше абстракция, которая позволяет более эффективно использовать процессор.

Рассмотрим пример веб-запроса. Когда мы в браузере вводим какой-либо интернет-адрес (URL), то запрос идет на сервер, где для обработки нашего запроса выделяется поток, который может обращаться к базе данных и потом возвращать нам результат. Допустим, что у нас есть вот такой код, где `FindBlogItems` обращается к базе данных и ищет там нужные данные:

```
void method() {
   Blog blog = new Blog();
   BlogItems items = blog.FindBlogItems();
   return render(items)
}
```

Когда мы запрашиваем данные из базы, код программы замирает на `FindBlogItems` — в этот момент идет запрос на сервер, и наш поток продолжит выполнение, когда база данных найдет нужный нам результат. Это проблема — текущий поток блокируется и ничего не делает.

Мы можем создать отдельный поток `Thread` и сказать: давайте в этом потоке будем выполнять запрос, а пока он выполняется, делать что-либо другое. И будет отлично, если нам есть чем заняться, пока второй поток ищет данные в базе. А если нам делать нечего? Придется сидеть и все равно ждать…

Перепишем наш пример с помощью задач:

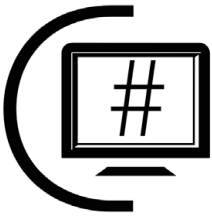
```
void async method() {
   Blog blog = new Blog();
   BlogItems items = await blog.FindBlogItems();
```

```
        return render(items)
    }
```

Теперь мы не создаем новый поток, а используем задачи. Но что это значит? Наш поток все также получает запрос от пользователя и начинает выполнение. Когда же запрашиваются данные из базы, то мы создаем задачу, и в этот момент наш поток освобождается и может выполнять любые другие задачи, то есть не простаивает попусту. Когда же данные от сервера возвращаются, то поток подхватывает результат и продолжает выполнять код.

Таким образом, задачи — это абстракция на языке C# и платформе, которая лучше и более эффективно использует процессор.

ГЛАВА 13



Добро пожаловать в веб-программирование

Изначально в Библии C# я рассказывал про язык на примерах десктопных приложений, хотя сам с 2009 года работаю только с Сетью и консольными приложениями. Хотя основная задача заключается в создании веб-сайтов, мне очень часто приходится писать библиотеки кода C# или консольные приложения, которые выполняют какие-либо дополнительные действия.

На консольных приложениях мы уже практикуемся большую часть книги, и настало время познакомится с веб-программированием.

Все больше различных приложений переходят в Интернет. Если в 1990-х годах корпоративные программы писали в виде десктопных приложений и чаще всего для Windows, то уже в 2010-х начали все больше писать корпоративных веб-приложений, которые можно запускать из-под любой ОС.

13.1. Создание первого веб-приложения

До сих пор мы создавали консольные приложения, но и создание приложений для Сети тут отличается несильно. Мы также должны в среде Visual Studio выбрать создание нового проекта и в выпадающем списке языков все также выбрать C#, но вот в списке типа проектов выбрать уже **Web**.

Мы начнем распространение веб-проектов с самого начала — с пустого проекта, поэтому из списка предлагаемых шаблонов выберите **ASP.NET Core Empty** (рис. 13.1). Да, при создании проекта мы выбираем шаблон, но после его создания мы можем добавить в код то, что нам понадобится, или убрать то, что окажется лишним. Мы будем строить MVC-приложение (о приложениях MVC рассказано чуть далее), поэтому, чтобы в будущем в своих проектах не делать базовые вещи вручную, вы можете выбрать также шаблон **ASP.NET Core Web App (Model-View-Controller)**.

Второй шаг будет практически таким же, как и при создании консольных приложений, — мы должны задать имя проекта, имя решения и папку, где будет распола-

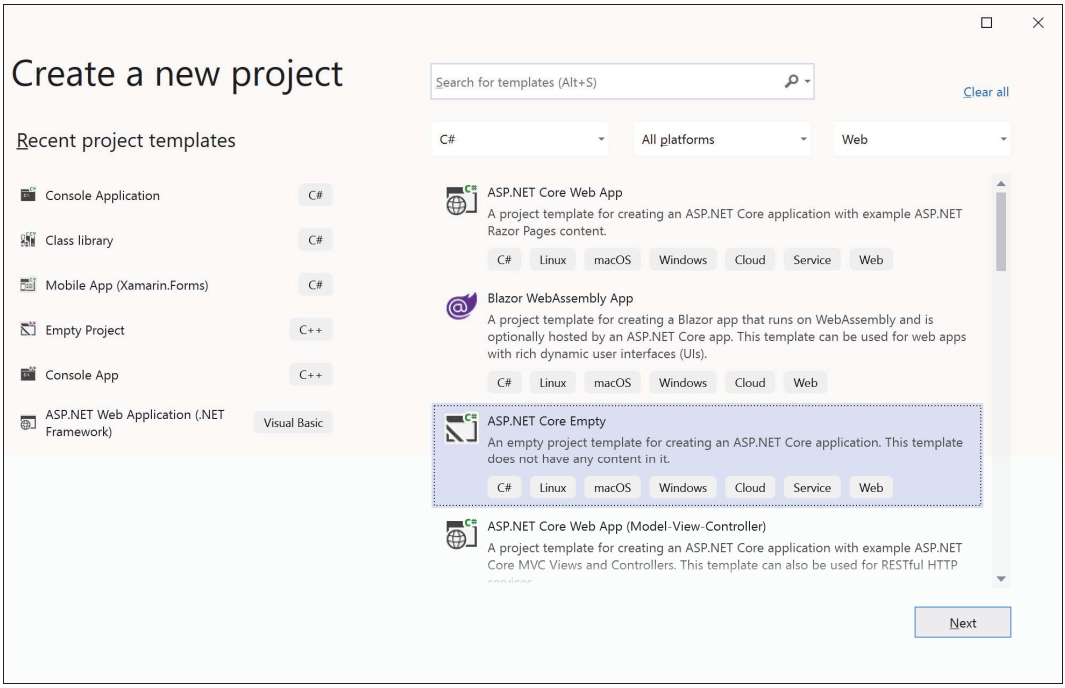


Рис. 13.1. Создаем пустой веб-проект

гаться проект. А вот на третьем шаге появятся новые параметры, и помимо выбора .NET платформы мы можем здесь выбрать:

- **Configure for HTTPS** — сконфигурировать для работы с шифрованием трафика HTTPS. Все современные сайты рекомендуется делать с шифрованием, потому что это безопаснее, но далеко не каждый хостинг поддерживает бесплатные сертификаты, которые необходимы для поддержки шифрования трафика, а платные сертификаты могут стоит очень дорого. Подключить или отключить HTTPS можно в любой момент, и я оставлю этот параметр по умолчанию включенным;
- **Enable Docker** — включить поддержку контейнеров, что очень популярно с точки зрения публикации веб-приложений .NET. Эту поддержку тоже можно включить в любой момент, но пока дополнительно включать ее не станем.

Итак, мы создали приложение, и давайте теперь посмотрим на окно **Solution Explorer** (Проводник решения), показанное на рис. 13.2. В корне дерева находится имя решения — в моем случае я дал ему название **MyWebSite**. Сразу под ним идет имя проекта — **MyWebSite**. Пока всё как у консольных приложений.

Самое интересные опции находятся именно в проекте, и тут много нового:

- **Dependencies** — папка зависимостей. Здесь будут расположены библиотеки, которые необходимы для работы приложения. Устанавливая новые пакеты, мы можем расширять возможности, которые будут ему доступны. Если сайту, например, нужна возможность работы с ZIP-архивами, то мы можем установить в папку зависимостей необходимый для этого функционал. До сих пор нам не

приходилось сталкиваться с пакетами, но, имея дело с веб-программированием, нам скоро понадобится расширять свои возможности.

- У пустого проекта в папке **Dependencies | Framework** (Фреймворк) содержатся два пакета: **Microsoft.AspNetCore.App** и **Microsoft.NetCore.App**. Первый из них предоставляет базовые возможности веб-приложений платформы .NET, а второй — базовые возможности самого .NET, и мы до сих пор в основном использовали возможности именно второго.
- **Properties** — папка свойств. Здесь находится файл настроек launchSettings.json.

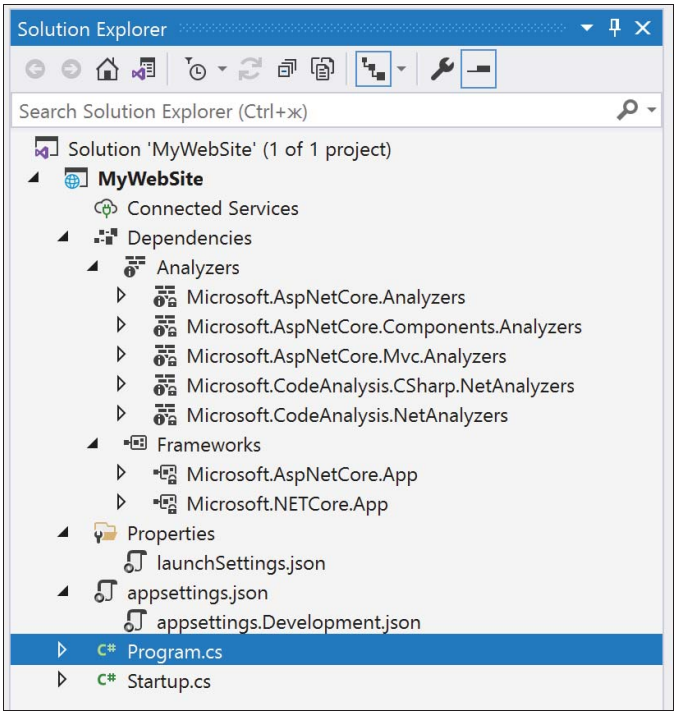


Рис. 13.2. Окно **Solution Explorer**

Помимо папок в состав проекта входят также файлы: Program.cs — в нем содержится метод `Main`, с которого начинается выполнение приложения, и Startup.cs, содержащий код, который конфигурирует сайт.

Запустите проект (клавишей <F5>), чтобы увидеть результат. Консольные приложения мы начинали изучать с приветствия «Hello World!» на черном экране консольного окна, а веб-приложение встречает нас таким же приветствием в окне браузера (рис. 13.3).

В адресной строке интернет-адрес (URL) приложения начинается с **https://**, потому что я оставил настройку шифрования трафика по умолчанию. После этого в адресе следует **localhost**, что всегда соответствует локальному компьютеру. Порт **44328** — это конфигурируемый параметр, и вы можете его менять, если захотите, потом в настройках приложения.

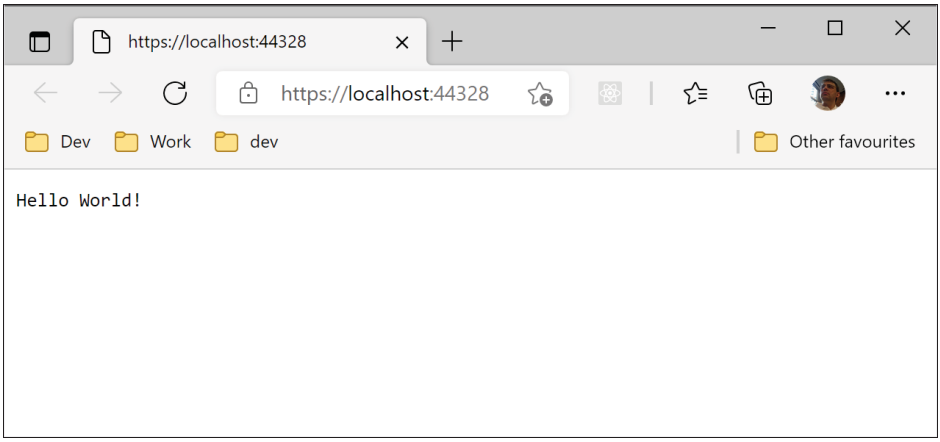


Рис. 13.3. Приветствие от веб-приложения

До сих пор мы работали с консольными приложениями, включающими один-два файла с исходными кодами. С погружением в веб-программирование количество файлов в нашем проекте будет значительно увеличиваться, поэтому настало время чуть ближе познакомиться с файлом проекта.

В .NET Core/.NET 5 немного поменяли политику работы проектов с файлами по сравнению с Framework. В .NET Framework мы должны были явно добавлять файлы в проект на Visual Studio, даже если они находились в одной из его папок. Теперь если папка принадлежит проекту, то все файлы по умолчанию тоже добавляются в него.

Помню, когда я работал на Sony, то автоматическое добавление файлов в проект мы реализовывали самостоятельно через сторонние утилиты для сборки проектов. Похоже, MS решила пойти тем же путем, и это правильно.

Попробуйте скопировать в файловой системе какой-нибудь файл в папку, где находится проект, и он автоматически появится в составе проекта Visual Studio. Это нереально удобно, и я рад, что MS наконец сделали это. Стоит удалить файл в файловой системе, и он исчезнет и из проекта.

Выделите имя проекта в Проводнике решения — вы должны увидеть содержимое файла проекта, и вы можете здесь менять настройки. То же самое можно увидеть, если зайти в папку с проектом и открыть файл MyWebSite.csproj в любом текстовом редакторе:

Содержимое файла очень простое:

```
<Project Sdk="Microsoft.NET.Sdk.Web">
  <PropertyGroup>
    <TargetFramework>net5.0</TargetFramework>
  </PropertyGroup>
</Project>
```

У тэга `Project` мы указываем SDK для работы с Сетью: `Microsoft.NET.Sdk.Web`. В атрибуте `TargetFramework` указывается фреймворк, который мы хотим использо-

вать, и в моем случае это .NET 5 — т. е. как раз тот параметр, который я выбрал при создании проекта.

В файле проекта могут также содержаться указания на файлы или папки — например, следующий код явно подключает к проекту определенную папку:

```
<ItemGroup>
   <Folder Include="Sources/"/>
</ItemGroup>
```

Если у вас какой-то файл или папка не появляются в проекте или компилятор не видит код в файле, стоит заглянуть в файл проекта и посмотреть, нет ли там каких-либо аномалий, которые вы не добавляли сами. Например, следующие строки в файле проекта приведут к тому, что компилятор просто не будет видеть код в файле Program.cs:

```
<ItemGroup>
   <Compile Remove="Program.cs" />
</ItemGroup>
```

Здесь у тэга `Compile` (компилятор) указан атрибут `Remove` (убрать) и указан файл `Program.cs`, что приведет к тому, что этот файл не будет компилироваться. Он останется принадлежать проекту, но компилироваться не станет.

У меня уже было несколько случаев, когда среда разработки не видела код или файлы в папке с проектом. Если вы сами не добавляли в файла проекта что-либо вроде `Compile Remove`, то просто уберите из него эту строку.

Переходим к рассмотрению CS-файлов, которые остались в корне проекта. Первый из них — это Program.cs:

```
namespace MyWebSite
{
   public class Program
   {
      public static void Main(string[] args)
      {
         CreateWebHostBuilder(args).Build().Run();
      }

      public static IWebHostBuilder CreateWebHostBuilder
               (string[] args) =>
            WebHost.CreateDefaultBuilder(args)
                .UseStartup();
   }
}
```

Здесь у нас прописан статичный метод `Main`, который выполняется при запуске консольных приложений, и веб-сайт тоже можно запустить с помощью специального движка из консоли, поэтому схожая архитектура имеет смысл.

Сделаем паузу и посмотрим, как запустить сайт из командной строки даже без использования IIS. Откройте терминал и убедитесь, что вы находитесь в папке проекта. Если нет, то нужно в нее перейти:

```
pwd
/Users/mikhailflenov/Projects/MyWebSite/MyWebSite
```

Теперь выполняем команду `dotnet run`:

```
dotnet run
Using launch settings from
/Users/mikhailflenov/Projects/MyWebSite/MyWebSite/Properties/launchSettings.
json...
: Microsoft.AspNetCore.DataProtection.KeyManagement.XmlKeyManager[0]
      User profile is available. Using
'/Users/mikhailflenov/.aspnet/DataProtection-Keys' as key repository;
keys will not be encrypted at rest.
Hosting environment: Development
Content root path: /Users/mikhailflenov/Projects/MyWebSite/MyWebSite
Now listening on: https://localhost:5001
Now listening on: http://localhost:5000
Application started. Press Ctrl+C to shut down.
```

Что ж, все работает как в привычной консоли, и поэтому схожая структура основного файла Program.cs оправдана.

В методе `Main` вызывается один метод: `CreateWebHostBuilder`, который создает `WebHost` (вызов `WebHost.CreateDefaultBuilder` из состава `Microsoft.AspNetCore.Hosting`) и запускает его на выполнение. Так что у нас теперь есть веб-хост, который начал ожидать соединения HTTP и HTTPS.

Посмотрим далее на файл Startup.cs. Даже если вы создавали пустой мастер, у вас, скорее всего, в этом файле уже есть несколько дополнительных «фишек», которые вам не нужны. В своем файле Startup.cs я убрал совершенно все, что пока не нужно, и оставил минимум:

```
public class Startup
{
    public void ConfigureServices(IServiceCollection services)
    {
    }

    public void Configure(IApplicationBuilder app,
             IWebHostEnvironment env)
    {
        if (env.IsDevelopment())
        {
            app.UseDeveloperExceptionPage();
        }

        app.UseRouting();

        app.UseEndpoints(endpoints =>
        {
            endpoints.MapGet("/", async context =>
```

```
            {
                await context.Response.WriteAsync("Hello World!");
            });
        });
    }
}
```

В результате у меня в этом файле остался конструктор, получающий в качестве параметра интерфейс `IServiceCollection`, через который мы можем работать с конфигурацией. Если вы знаете шаблон `Dependency Injection` — это как раз он. В .NET Core/.NET 5 используют шаблоны очень часто.

При создании проекта нам сгенерировали класс с методом `ConfigureServices` — пока он не используется, но здесь мы можем конфигурировать различные сервисы (возможности), которые будут необходимы для сайта.

Единственное, что реально пока используется, — это метод `Configure`, в котором и реализуется вся логика сайта. Сначала убеждаемся, что работаем в режиме разработки — любые ошибки тогда будут показываться в подробном виде:

```
if (env.IsDevelopment())
{
  app.UseDeveloperExceptionPage();
}
```

После этого инициализируются маршруты:

```
app.UseRouting();
```

Маршруты (`Routing`) дают нам возможность привязать код к различным URL. Если пользователь пишет в адресе после имени сайта `/blog`, то мы можем к этому имени привязать код отображения блога. Пока у нас простое приложение, и в следующей строке мы указываем только один маршрут для главной страницы сайта — `/`, т. е. это код, который будет выполняться, если пользователь укажет только имя сайта и ничего больше (`https://localhost:44328/`).

Ну и далее следует запуск метода, который будет выполняться в ответ на любой входящий запрос:

```
app.UseEndpoints(endpoints =>
{
   endpoints.MapGet("/", async context =>
   {
      await context.Response.WriteAsync("Hello World!");
   });
});
```

До пятой версии .NET Core этот код выглядел так:

```
app.Run(async (context) =>
{
 await context.Response.WriteAsync("Hello from .NET Core");
});
```

Так что, если вы увидите где-либо этот код, то не пугайтесь — это просто старый подход. Раньше мы запускали приложение: `app.Run`, а сейчас настраиваем точки входа для приложения `app.UseEndpoints`, поэтому для нового подхода необходимы маршруты, и без вызова `app.UseRouting()` здесь произойдет ошибка.

И, в принципе, это имеет смысл, ведь веб-сайт — это не просто приложение, это множество различных URL, которые выполняют различные действия. При этом каждый URL может быть отдельной точкой входа, и с помощью `UseEndpoints` мы можем сразу же настраивать все в более удобном виде.

Метод `UseEndpoints` — это метод-расширение, а мы еще их не рассматривали и в ближайшее время использовать не будем, поэтому сейчас вам просто нужно понимать, что внутри метода у нас есть переменная `endpoints`, через которую мы получаем доступ к объекту, который реализует интерфейс `IEndpointRouteBuilder`. Этот интерфейс описывает методы, которые позволяют привязывать определенные URL к коду, и в качестве одного из таких методов мы используем `MapGet`:

```
endpoints.MapGet("/", async context =>
{
   await context.Response.WriteAsync("Hello World!");
});
```

Метод `MapGet` получает два параметра: первый параметр — строка, в которой содержится URL, а второй параметр — это метод, который будет получать в качестве параметра контекст отображения страницы (типа `HttpContext`), в который можно писать текст для отображения на странице. Так что все, что находится в круглых скобках во втором параметре (после запятой), — это на самом деле анонимная функция (без имени) и ее код.

То же самое можно переписать с использованием именованной функции:

```
endpoints.MapGet("/", HomePage);
```

Здесь мы передаем URL и имя метода: `HomePage`, но нам нужно и объявить где-то этот метод `HomePage`:

```
public async Task HomePage(HttpContext context) {
    await context.Response.WriteAsync("Hello World!");
}
```

Теперь функция с именем `HomePage` получает параметр `context` и выводит на экран сообщение.

Приведенный код говорит, что нужно записать в результат `Response` строку. Контекст `context` — это специальная переменная (типа `HttpContext`), через которую мы можем получить информацию о запросе, который направил пользователь, и через свойство `Response` записать ответ, который будет отправлен пользователю.

Давайте создадим еще один маршрут:

```
app.UseEndpoints(endpoints =>
{
    endpoints.MapGet("/", async context =>
```

```
        {
            await context.Response.WriteAsync("Hello World!");
        });

        endpoints.MapGet("/blog", async context =>
        {
            await context.Response.WriteAsync("Blog!");
        });
    });
```

Здесь я дважды вызываю метод `MapGet`: в первый раз задается код, который будет выполняться для главной страницы (`https://localhost:44328/`), когда после домена ничего нет, а второй код будет выполняться, когда пользователь станет обращаться к блогу `https://localhost:44328/blog`.

То же самое, но с помощью именованных функций:

```
app.UseEndpoints(endpoints =>
{
    endpoints.MapGet("/", HomePage);
    endpoints.MapGet("/blog", Blog);
});
```

Ну и сами функции:

```
public async Task HomePage(HttpContext context) {
    await context.Response.WriteAsync("Hello World!");
}
public async Task Blog(HttpContext context)
{
    await context.Response.WriteAsync("Blog!");
}
```

Так как методы выполняют только по одной строке кода, можно использовать более короткий вариант:

```
public async Task HomePage(HttpContext context) =>
    await context.Response.WriteAsync("Hello World!");
public async Task Blog(HttpContext context) =>
    await context.Response.WriteAsync("Blog!");
```

В *разд. 3.3.8* мы рассматривали упрощенный синтаксис методов, но т. к. почти не использовали его до этого момента, то я постарался в этой главе подробно остановится на таком синтаксисе.

Это, наверное, самый минимальный код, который можно использовать для запуска собственного сайта. Можно еще, правда, убрать конфигурирование ошибки... Ну ладно, не самый минимальный, можно его еще немного ужать. Но главное, что он минимально прост, и мы создали с помощью .NET Core/.NET 5 первое приложение «Hello World!».

Примечание

Исходный код примера к этому разделу можно найти в папке *Source\Chapter13\MyWebSite, а версия кода с именованными функциями находится в Source\Chapter13\MyWebSite/Named* сопровождающего книгу электронного архива (см. *приложение*).

13.2. Работа с конфигурацией сайта

Если у вас уже есть опыт создания веб-приложений на .NET, то вы, скорее всего, работали с конфигурационными файлами в XML-формате. Самый основной конфигурационнный файл web.config тоже имеет XML-структуру.

В .NET Core/.NET 5 разработчики решили перейти на формат JSON, который более легкий, занимает меньше места на диске и на нем проще писать парсер (код для чтения), а значит, он и работать будет быстрее.

Начнем рассмотрение конфигурации с файла launchSettings.json из папки Properties. В самом начале файла вы можете увидеть следующую конфигурацию для IIS:

```
"iisSettings": {
  "windowsAuthentication": false,
  "anonymousAuthentication": true,
  "iisExpress": {
    "applicationUrl": "http://localhost:51684/",
    "sslPort": 44332
  }
},
```

После запуска приложения — когда мы загружали сайт по HTTPS (а это поведение по умолчанию) — то видели после имени `localhost` номер порта 44328 (см. рис. 13.3). Вот как раз в этом файле и настраивается номер порта, и вы можете его без проблем поменять на любой другой, если у вас сайт не запускается из-за того, что указанный порт уже занят кем-то другим. Работая с несколькими сайтами на одном компьютере, приходится задавать разные порты, иначе возникнет конфликт.

Чуть ниже в этом файле есть профили:

```
"profiles": {
  "IIS Express": {
    "commandName": "IISExpress",
    "launchBrowser": true,
    "environmentVariables": {
      "ASPNETCORE_ENVIRONMENT": "Development"
    }
  },
```

Самое важное здесь — это переменные окружения `environmentVariables`, где для переменной `ASPNETCORE_ENVIRONMENT` указано `Development`. Помните, в файле Startup.cs мы производили проверку:

```
if (env.IsDevelopment())
```

Эта проверка как раз вернет истину, если переменная ASPNETCORE_ENVIRONMENT равна Development.

Теперь перейдем к конфигурации приложения. При создании нового проекта среда Visual Studio уже создала для нас конфигурационный файл по умолчанию — appsettings.json. У меня в этом файле уже есть несколько строчек:

```
{
  "Logging": {
    "LogLevel": {
      "Default": "Information",
      "Microsoft": "Warning",
      "Microsoft.Hosting.Lifetime": "Information"
    }
  },
  "AllowedHosts": "*"
}
```

Эту информацию будет использовать веб-сервер Kestrel, который и станет выполнять код, когда мы запускаем приложение из Visual Studio или командной строки. Тут ему сообщается, что нужно по умолчанию использовать уровень регистрации события Warning и разрешать подключения со всех хостов. Это все.

Опять же, если вы работали со старым ASP.NET, то, скорее всего, видели его файл web.config, содержащий огромное количество настроек. В нашем случае конфигурационный файл appsettings.json содержит два параметра, да и то не обязательные. Попробуйте удалить из этого файла все строки и оставить только:

```
{
}
```

Это необходимо, чтобы JSON-файл оставался корректным. Запустите сайт, и он выполнится.

Попробуйте теперь удалить даже эти две строки, оставить файл совершенно пустым и запустить сайт. На этот раз произойдет исключительная ситуация (рис. 13.4).

Глядя на место, где произошла ошибка, можно догадаться, что конфигурация из файла appsettings.json загружается при создании веб-хоста в методе WebHost.CreateDefaultBuilder.

А что, если этот файл даже не создан или мы его удалим? Сайт будет работать. Kestrel сможет запустить на выполнение сайт, если его конфигурационный файл корректный либо отсутствует. Можете попробовать удалить в файловом менеджере файл appsettings.json и запустить сайт — и он выполнится.

Давайте добавим в конфигурационный файл еще один параметр: HelloMessage — и именно его значение мы будем отображать на странице:

```
{
  . . .
  . . .
```

```
  "AllowedHosts": "*",
  "HelloMessage":  "Привет из .NET Core"
}
```

Теперь в файл Startup.cs добавляем пространство имен, в котором и есть конфигурация:

```
using Microsoft.Extensions.Configuration;
```

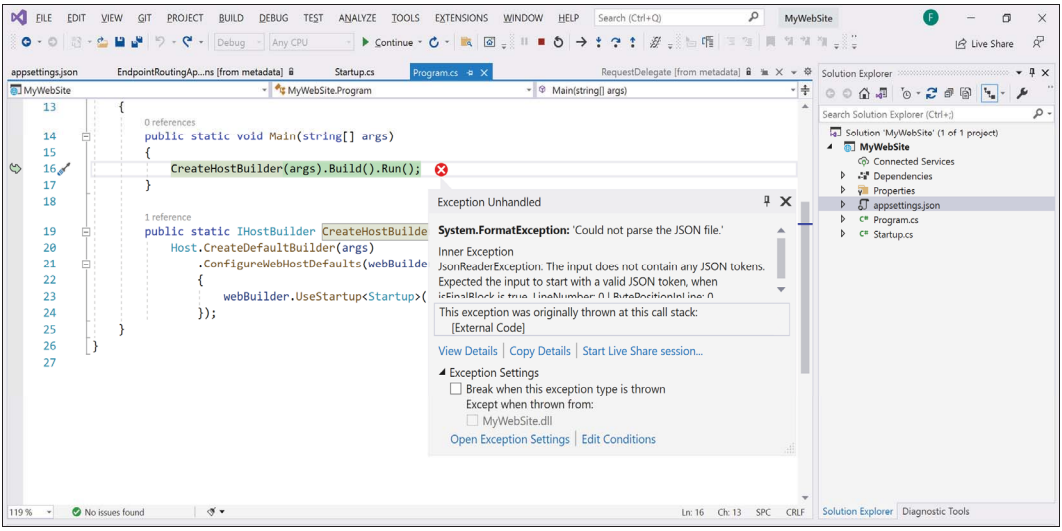


Рис. 13.4. Ошибка из-за испорченного файла конфигурации

.NET Core/.NET 5 использует везде инъекцию зависимостей. У нас в файле Startup.cs есть метод `Configure`, который через параметры получает два объекта:

```
public void Configure(IApplicationBuilder app,
  IHostingEnvironment env)
```

Если добавить `IConfiguration`, то .NET Core/.NET 5 предоставит нам реализацию этого интерфейса, позволяющую работать с загруженной конфигурацией:

```
public void Configure(IApplicationBuilder app,
  IHostingEnvironment env, IConfiguration config)
```

Теперь через переменную `config` мы можем прочитать нашу переменную `config["HelloMessage"]`:

```
endpoints.MapGet("/", async context =>
{
   await context.Response.WriteAsync(config["HelloMessage"]);
});
```

Если сейчас запустить приложение, то вы должны увидеть наше сообщение на странице. Я написал его на русском, а это может быть проблемой для некоторых

браузеров — они могут использовать неверную кодировку, потому что наша страница пока не говорит, какая кодировка требуется.

> ***Примечание***
>
> Исходный код примера к этому разделу можно найти в папке *Source\Chapter13\WebsiteConfig* сопровождающего книгу электронного архива (см. *приложение*).

13.3. Работа со статичными файлами

В проекте есть одна очень интересная папка — wwwroot. В ней нужно располагать файлы, которые должны быть доступны при обращении к сайту. У нас в шаблоне пустого веб-приложения этой папки нет, но ее можно создать — главное, дать ей имя wwwroot.

Создать эту папку можно двумя способами: обычным путем в файловой системе или щелкнуть правой кнопкой мыши на имени проекта, выбрать **Add | New Folder** и здесь указать имя `wwwroot`. Обратите внимание, что значок папки сразу же изменится на глобус. Если вы создавали эту папку из файловой системы, то она может не появиться в Visual Studio, потому что в ней ничего нет. Но стоит только скопировать туда хотя бы один файл, она сразу же появится в Проводнике решения.

Если сейчас заглянуть в эту папку, то там могут находиться какие-то файлы — это зависит от шаблона, который использовала Visual Studio. Под Windows в пустом шаблоне папка пустая, а под macOS у меня там оказались файлы. Шаблон **Empty** под macOS вообще содержит намного больше файлов и функций.

Если у вас в папке wwwroot нет файлов, попробуйте сейчас добавить в нее какой-нибудь JPEG-файл, запустить сайт и обратиться к нему из браузера. В примере для этого раздела, приведенном в электронном архиве, вы можете найти в папке wwwroot файл alberta.jpg, и теоретически если после запуска сайта попытаться перейти по адресу: **https://localhost:44332/alberta.jpg**, то произойдет ошибка.

В ASP.NET все возможности конфигурируются, в том числе и доступ к статичным файлам. В .NET Framework это легко можно было сделать через файл web.config, а в .NET Core/.NET 5 для этого есть специальный метод в `IApplicationBuilder`. Открываем файл Startup.cs и в метод `Startup` добавляем одну строчку:

```
app.UseStaticFiles();
```

Всего одна строка кода, но теперь после компиляции и запуска сайта браузер сможет получать с сервера файлы, в том числе и изображения. Так что при обращении к **https://localhost:44332/alberta.jpg** изображение загрузится.

> ***Примечание***
>
> Исходный код примера к этому разделу можно найти в папке *Source\Chapter13\StaticFiles* сопровождающего книгу электронного архива (см. *приложение*).

13.4. Модель – Представление – Контроллер

Мы увидели, как можно создать базовое приложение, но построение логики в одном-единственном файле для большого сайта может стать серьезной «занозой», да и как поддерживать такое, я даже не представляю. Можно попытаться создать какую-то машину, которая будет смотреть на то, какие параметры присылает браузер серверу, и попробовать в зависимости от различных составляющих вызывать тот или иной код, который мы для своего удобства разбросаем по файлам.

Казалось бы, отличный план, но совершенно не нужный, потому что в .NET все это уже реализовано. Microsoft неплохо потрудилась, чтобы предоставить нам все необходимое для возможности создавать приложения с использованием шаблона MVC (Model-View-Controller, Модель-Представление-Контроллер), основанного на разделении логики приложения от отображения его страниц.

MVC, наверное, самый популярный шаблон в веб-программировании, и его смысл заключается в том, чтобы отделить бизнес-логику приложения (Model) от представления (View). Контроллер (Controller) — это промежуточное звено, которое связывает бизнес-логику и то, как отображается страница.

С ростом популярности мобильных приложений этот шаблон показал свои лучшие стороны, если он реализован правильно. Мы сможем использовать для модели один и тот же код, потому что модель может реализовываться для двух разных приложений, где представлениями могут служить: веб-интерфейс на основе HTML или пользовательский интерфейс (UI) мобильного приложения, а связывать их будут свои контроллеры.

Чтобы не запутаться в контроллерах, они должны быть максимально «глупыми». Их основная задача — получить данные от модели и передать представлению. Когда же представление хочет отправить данные модели, то контроллер получает информацию от представления, может конвертировать данные в нужный формат и передать дальше модели.

Возможный вариант использования одной и той же логики для разного типа приложений показан на рис. 13.5. Мобильные контроллеры могут быть организованы в виде кода, который — если использовать фреймворк Xamarin — передает данные

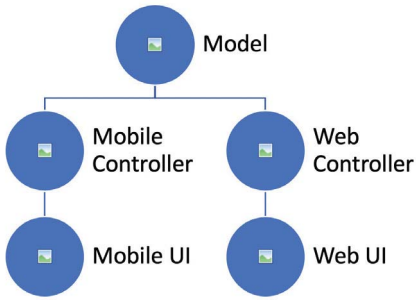


Рис. 13.5. Возможный вариант использования одной и той же логики для разного типа приложений

напрямую UI, а может присутствовать и еще один веб-контроллер, который отображает данные в виде JSON, и это уже получает сервис WebAPI REST.

За счет такого разделения представление можно без проблем менять или даже иметь сразу несколько его вариантов. Одна и та же модель может работать как для веб-сайтов, так и для мобильных приложений.

Реализация MVC в .NET Core/.NET 5 ничем не отличается по своей идеологии от других языков и фреймворков, но пару слов все же скажу на всякий случай.

Когда вы обращаетесь к определенному URL, то первым делом специальный код (маршрутизатор) определяет, какой контроллер должен быть вызван. И далее уже контроллер берет на себя управление. Он по мере необходимости может создавать один или более объектов-моделей и отвечает за то, какое представление отобразить пользователю.

Модель — это простые классы C#, которые отличаются от других классов только логически. Просто на них возлагается ответственность за реализацию «мозга» нашего приложения. Конечно же, эту логику желательно как-то группировать, а как это делать, зависит уже от проекта и предпочтений. В простых проектах как минимум создают отдельную папку Model, куда помещают всю логику. Кто-то предпочитает отделять модели более кардинально — создавать отдельные библиотеки и хранить логику в DLL-файлах. Ну а в больших проектах отдельные DLL-файлы становятся просто необходимостью.

Контроллеры — это тоже классы C#, но они происходят от класса `Controller`:

```
public class HomeController: Controller
{
  public IActionResult Index()
  {
    // Здесь может быть код создания моделей

    return View();
  }
}
```

Здесь создается класс `HomeController`, который происходит от базового контроллера `Controller`. В приведенном примере есть только один метод: `Index`, но их может быть и больше. По умолчанию подобные методы будут вызываться в ответ на пользовательский запрос `/home/index`, но об этом чуть позже, когда мы начнем говорить про маршрутизацию запросов. В качестве результата такой метод возвращает `View`.

Отделение логики от представления позволяет не только облегчить замену дизайна, но и бизнес-логики. Я много раз сталкивался с задачами, когда нужно было менять или улучшать внешний вид страниц. За счет того, что при этом приходилось менять только HTML-файлы, определяющие внешний вид, без необходимости трогать логику, все проходило очень даже гладко.

13.5. Маршрутизация

Если сайт состоит из одной страницы, то можно все реализовать прямо в файле Startup.cs, но, как мы уже увидели, даже для одного-единственного файла используется *маршрутизация*. А если сайт больше одной страницы, то тут лучше структурировать код несколько иначе и задействовать всю мощь MVC. С теорией вопроса мы уже познакомились в предыдущем разделе, а теперь пора все увидеть на практике.

Итак, для начала нужно включить MVC, потому что по умолчанию в приложениях .NET Core/.NET 5 ничего не включено, и нужно это делать самостоятельно.

Включать подобные возможности надо в методе `ConfigureServices` файла Startup.cs:

```
public void ConfigureServices(IServiceCollection services)
{
    services.AddControllersWithViews();
}
```

Здесь мы подключаем MVC вызовом метода `AddControllersWithViews()`.

Теперь нужно сконфигурировать MVC и маршруты, чтобы они направляли запросы на контроллеры, которые как раз и управляют всем «оркестром» (т. е. приложением).

Поддержка маршрутов уже должна быть включена в методе `Configure` (для этого мы и вызываем `app.UseRouting()`), но для полноценной работы надо еще настроить маршруты, по которым платформа будет находить код, который нужно вызывать для различных адресов URL.

Убираем из своего кода вызов метода `UseEndpoints` со всем кодом, который мы в нем писали, и вместо него пишем вот такой код:

```
app.UseEndpoints(endpoints =>
{
    endpoints.MapControllerRoute(
        name: "default",
        pattern: "{controller=Home}/{action=Index}/{id?}");
});
```

Здесь вместо конфигурирования отдельных URL с помощью `MapGet` я включаю маршрутизацию на контроллеры с помощью метода `MapControllerRoute`. Этому методу нужно передать как минимум два параметра: имя и шаблон. Я не стал изобретать здесь «велосипед», а использую классический пример: в качестве имени используется просто `default` (по умолчанию), а в качестве шаблона: `{controller=Home}/{action=Index}/{id?}`.

В фигурных скобках указываются части шаблона, которых в нашем случае три, разделенные слешами. Рассмотрим каждую часть:

- `controller=Home` — указывает, что здесь первым должно идти имя класса контроллера. После знака равенства стоит имя по умолчанию на тот случай, если

контроллер не указан. Это значит, что если пользователь пытается просто загрузить сайт www.flenov.info без указания слеша в конце и имени контроллера, то будет выполнен контроллер HomeController. Да, класс контроллера рекомендуется указывать со словом Controller в конце. Если же пользователь введет в браузере www.flenov.info/blog, то маршрутизатор MVC будет искать класс BlogController, потому что первым словом в адресе после слеша идет blog;

- action=Index — параметр action позволяет указать, какой метод класса контроллера нужно вызвать для обработки запроса. После знака равенства снова указывается имя метода по умолчанию. Если пользователь обращается к сайту www.flenov.info/blog, то маршрутизатор MVC будет искать класс BlogController и метод index в нем, потому что явно имя метода не указано. Если же ввести www.flenov.info/blog/list, то это будет соответствовать контроллеру BlogContoller и методу List:

```
public class BlogController : Controller
{
    public IActionResult Index()
    {
        return View();
    }
    public IActionResult List()
    {
        return View();
    }
}
```

Это самая простая реализация класса BlogController и двух методов: Index и List.

Согласно нашему шаблону первое слово в адресе после слеша — это имя контроллера, второе слово — это имя метода, и у каждой из этих составляющих есть значение по умолчанию;

- {id?} — последняя часть нашего шаблона, параметр метода. Он не обязательный, и об этом говорит знак вопроса. То есть последняя часть может отсутствовать вовсе, и никаких ее значений по умолчанию не будет. Если же пользователь попытается загрузить URL с тремя частями, то первая будет контроллером, вторая — методом контроллера, а третья — параметром. Id в нашем случае — это имя параметра.

Допустим, пользователь загружает адрес www.flenov.info/blog/show/10. Тогда маршрутизатор вызовет метод show у контроллера BlogController и передаст 10 через параметр id:

```
public class BlogController : Controller
{
    public string show(string id)
    {
        return "ID Value = " + id;
    }
}
```

Итак, в теории мы с маршрутом познакомились, теперь посмотрим, как это реализуется на практике. У нас приложение минимальное, поэтому нужно создать отдельную папку для контроллеров и отдельную — для представлений. Щелкаем правой кнопкой мыши на имени проекта, выбираем из контекстного меню **Add** и потом **Folder**, чтобы создать папку, и даем ей имя Controllers. Имя папки очень важно и должно быть написано именно так, потому в веб-приложениях .NET некоторые вещи работают по «магическим» именам, и Controllers — одно из них.

В папке Controllers создаем файл HomeController.cs, для чего щелкаем правой кнопкой мыши на папке Controllers и выбираем **Add** | **New File**. В открывшемся диалоговом окне слева выбираем **ASP.NET Core**, справа — **MVC Controller** и внизу вводим имя файла. Для нашего примера пусть это будет HomeController.cs.

При создании нового файла вы можете выбирать в этом диалоговом окне любой шаблон, не обязательно всегда искать **MVC Controller**. Выбранный шаблон всего лишь говорит о том, что надо поместить в файл после создания. При создании контроллера можно выбрать и шаблон **Class**, а потом добавить нужное содержимое вручную.

Давайте поместим в только что созданный файл контроллера следующий код:

```
using Microsoft.AspNetCore.Mvc;

namespace MyWebSite
{
    public class HomeController : Controller
    {
        public string Index(string id)
        {
            return "ID Value = " + id;
        }
        public string list(string id)
        {
            return "return list";
        }
    }
}
```

Представлений у нас пока нет, и контроллер возвращает лишь строку, а в этом случае MVC просто отобразит эту строку на странице. Запустите сайт нажатием клавиши <F5>, и на странице должна отобразиться надпись: **ID Value =**.

Значения нет, потому что мы ничего не передали. Когда браузер запустится, то адрес страницы будет, скорее всего: `https://localhost:44332`. Никакого пути нет, поэтому все загрузится по умолчанию. Это то же самое, что загрузить `https://localhost: 44332/home/index`. Здесь в URL указано `home/index`, и согласно нашему маршруту это значения по умолчанию для первой и второй частей адреса. Попробуйте передать через адрес `https://localhost:5001/home/index/100` еще и параметр, и на странице вы должны будете увидеть число **100**.

У нашего контроллера `HomeController` есть также метод `list`, и чтобы вызвать его в браузере, введите: `https://localhost:5001/home/list`.

Это, наверное, самый популярный способ работы с маршрутизацией URL, но не единственный.

> ***Примечание***
>
> Исходный код примера к этому разделу можно найти в папке *Source\Chapter13\Controllers* сопровождающего книгу электронного архива (см. *приложение*).

Настройка маршрутов с помощью `MapControllerRoute` в методе `Configure` класса `Startup` является очень даже гибким и эффективным методом, потому что позволяет реализовать классический подход, когда после имени домена идут два компонента, из которых состоит действие, которое хочет выполнить пользователь. Среди популярных действий можно выделить `blog/list`, `blog/show/{id}`, `catalog/browse`, `cart/show`, `checkout/shipping`, `checkout/payment`. Это все очень удобно, но бывают случаи, когда необходимо решить более сложные варианты маршрутов, и организовать их с помощью шаблона может быть не так уж легко или удобно.

На мой взгляд, более гибким решением нестандартных маршрутов является использование *атрибутов*. Мы можем все маршруты делать через шаблоны или все маршруты делать через атрибуты, а можем использовать и то и другое одновременно. Я предпочитаю как раз третий подход, когда базовые случаи покрываются шаблоном, а нестандартные ситуации решаются атрибутами.

Давайте создадим новый контроллер. Откройте проект Visual Studio, щелкните правой кнопкой мыши на папке Controllers и выберите создание нового файла. В открывшемся окне выберите **MVC Controller | Class**, или можно выбрать даже любой другой тип CS-файла, ведь главное — это расширение и имя, а имя для нашего теста пусть будет TestController.

Начнем с простого варианта:

```
using System;

namespace MyWebSite.Controllers
{
  public class TestController : Controller
  {
    public string Index()
    {
       return "Test Index method";
    }
  }
}
```

Пока ничего нового — просто класс `TestController`, который происходит от базового контроллера `Controller`. Метод по умолчанию здесь: `Index`. С маршрутизацией по умолчанию, которую мы рассматривали чуть ранее, обращение к этому методу через браузер будет таким: `/test/index`. А что, если мы хотим сделать, чтобы URL выглядел так: `/my/test/index`?

Проблему можно решить двумя способами: первый (старый) — добавить еще один маршрут. Открываем файл Startup.cs, находим в `Configure` вызов метода `UseMvc` и добавляем туда еще один шаблон маршрута:

```
app.UseEndpoints(endpoints =>
{
    endpoints.MapControllerRoute(
        name: "Test",
        pattern: "my/{controller=Home}/{action=Index}/{id?}");

    endpoints.MapControllerRoute(
        name: "default",
        pattern: "{controller=Home}/{action=Index}/{id?}");
});
```

Здесь я дважды вызываю `MapControllerRoute`. Первый параметр `Name` должен быть уникальным и просто отражать смысл маршрута. Сначала желательно вызывать как можно более ограниченный маршрут, а потом уже более общий. Вариант по умолчанию относится как раз к общим. Наш новый — более ограниченный, потому что должен работать только тогда, когда URL начинается с `my/`.

Запускаем приложение и можем убедиться, что все работает, и теперь при обращении к `/home/index` и `/my/test/index` открываются две уникальные страницы.

Да, старый способ работает, но есть более удобный вариант — с использованием атрибутов.

Перед именем класса и метода можно написать атрибут `Route` и в нем перезаписать часть URL.

В следующем примере я показал пару интересных примеров того, как можно через атрибуты указать маршрут:

```
using Microsoft.AspNetCore.Mvc;

namespace MyWebSite
{
  [Route("my/test")]
  public class TestController : Controller
  {
    [Route("show")]
    public string Index()
    {
      return "Index Test method";
    }

    [Route("details/{id}")]
    public string Details(string id)
    {
      return "ID Value = " + id;
    }
  }
}
```

Здесь перед строкой объявления класса я указываю, что все методы класса будут вызываться только тогда, когда URL начинается с `my/test`. В случае с классом в качестве аттрибута можно использовать `Route` (раньше еще поддерживался атрибут `RoutePrefix`, который убрали, и неизвестно, вернут или нет).

Перед именами методов можно указывать оставшуюся часть URL. Для метода `Index` я указал `show`, а это значит, что если загрузить URL `/my/test/show`, то будет вызван метод `Index` класса `TestController`.

Для метода `Details` указано `details/{id}`. Здесь фигурные скобки вокруг `id` не случайны. Этим мы указываем, что значение в этом месте будет передано самому методу в качестве параметра `id`. Так что если обратиться по адресу: `/my/test/details/4`, то будет вызван метод `Details` класса `TestController`, а число `4` как раз находится там, где у нас шаблон `{id}`, — это число и передадут в качестве параметра `id`.

С помощью атрибутов мы можем привязывать код не только к URL, но и к методам доступа. Есть несколько различных методов доступа, основным из которых является `GET`. Именно этот метод используется, когда мы в браузере вводим какой-то адрес и просим сервер вернуть нам контент для этого адреса. В этом случае параметры адреса передаются в URL и мы их видим после вопросительного знака `?` в виде списка `имя=значение`, разделенного символом `&`.

Второй по популярности метод — `POST`, это основной метод отправки данных на сервер. Например, когда вы вводите данные в форме регистрации или в форме входа на сайт, то данные отправляются методом `POST`, и в этом случае введенные данные будут находиться в теле запроса, а не в строке URL.

Для нас сейчас важно понимать, что мы можем привязать разный код к каждому из методов, и это действительно необходимо. Например, если вы вводите в строке URL адрес для входа на мой сайт: `https://www.flenov.info/login/index`, то на сервер будет направлен `GET`-запрос. Сервер просто должен вернуть содержимое страницы. Когда же вы введете данные в форму и нажмете кнопку **Войти**, то на тот же URL будет направлен запрос `POST` и на сервере станет выполняться уже другой код, который будет проверять значения в форме, а если введен правильный e-mail, то он еще и проверит, действительно ли этот пользователь существует в базе данных и правильные ли данные введены.

Возможная привязка кода не только по URL, но и по методу доступа позволяет использовать в разных ситуациях разный код.

Чтобы наш код выполнялся на определенный метод запроса, перед именем метода надо поставить атрибут `[HttpGet]` или `[HttpPost]`:

```
[HttpGet]
public string Login()
{
    return "Форма для входа";
}
```

```
[HttpPost]
public string Login(LoginModel model)
{
    return "Форма для входа";
}
```

Здесь показаны два метода C# с одним и тем же именем, но они привязаны к разным HTTP-методам. Это возможно потому, что у них разные параметры, хотя имена методов и одинаковые.

Но даже если методы будут получать одинаковые параметры, мы все же можем указать одновременно два атрибута:

```
[HttpGet]
[Route("Login")]
public string Login()
{
    return "Форма для входа";
}

[HttpPost]
[Route("Login")]
public string LoginSave()
{
    return "Форма для входа";
}
```

На этот раз имена методов разные, но за счет того, что они через атрибуты привязаны к одному URL, но к разным HTTP-методам, это решит нашу задачу.

В *разд. 13.11* мы познакомимся с этим на практике.

13.6. Подробнее про контроллеры

Итак, мы научились с помощью различных URL вызывать код в приложении, и теперь пора перейти к вопросу отображения данных.

До сих пор в качестве результата я всегда возвращал просто строку. Методы контроллера объявлялись так, чтобы они отображали строку, и в качестве результата возвращалась она же. Это работает потому, что .NET пытается отобразить любые возвращаемые данные.

Но это такая вспомогательная функция, которой лучше не злоупотреблять, и, честно говоря, я ее использую только в обучающих целях. Желательно все же, чтобы методы контроллера возвращали в результате любой класс, который реализует интерфейс `IActionResult`:

```
public IActionResult Index()
{
  return Content("Test");
}
```

Здесь я объявил метод, который возвращает более подходящий для сетевых операций результат: `IActionResult`. Опять же, пример будет простой, и чтобы вернуть данные, которые соответствуют этому интерфейсу, я пользуюсь простым методом `Content`. Метод `Content` нам достается за счет того, что мы наследуем класс `Controller`.

Метод `Content` получает на входе строку и возвращает в качестве результата объект класса `ContentResult`, который, в свою очередь, является реализацией `IActionResult`.

Таким образом, мы сделали практически то же самое, что и в предыдущем разделе, — отобразили на странице просто текстовую строку, но сделали это в соответствии с рекомендациями.

Если посмотреть на «внутренности» решения, то мы увидим, что `ContentResult` происходит от класса `ActionResult`:

```
public class ContentResult : ActionResult,
      IActionResult,
      IStatusCodeActionResult
```

Класс `ActionResult` является абстрактным, и его цель — реализовать нужный интерфейс `IActionResult`:

```
public abstract class ActionResult : IActionResult
```

На основе базового класса `ActionResult` в .NET Core/.NET 5 создано несколько классов, которые предназначены для разных типов возвращаемых данных, и все они находятся в пространстве имен `Microsoft.AspNetCore.Mvc`:

- `ContentResult`
- `EmptyResult`
- `FileResult`
- `ForbidResult`
- `JsonResult`
- `LocalRedirectResult`
- `ObjectResult`
- `PartialViewResult`
- `RedirectResult`
- `SignInResult`
- `SignOutResult`
- `StatusCodeResult`
- `ViewComponentResult`
- `ViewResult`
- `RazorPages.PageResult`

То есть теоретически в своем коде вы можете вместо `IActionResult` возвращать базовый класс `ActionResult`, и от этого функционал не поменяется, но все же лучше использовать интерфейс. Разница между привязкой к интерфейсу и к абстрактному классу небольшая, но привязка к интерфейсам с точки зрения правильного кода лучше, чем привязка к классам, даже абстрактным.

Следующий тоже код вполне легален, но, повторю, желательно все же использовать интерфейс:

```
public ActionResult Index()
{
  return Content("Test");
}
```

Так как наш контроллер происходит от класса `Controller`, вместе с ним мы получаем много интересного функционала, который может пригодиться. Например, если обратиться к дескриптору:

```
this.ControllerContext.ActionDescriptor
```

то в нем мы найдем много полезной информации — такой, в частности, как имя текущего выполняемого действия `Action`.

Но чаще всего вам будет необходимо получить доступ к HTTP-контексту. Раньше это было глобальное свойство, которое оказывалось сложно перезаписать, и из-за него возникали проблемы с юнит-тестами и интеграционными тестами. Сейчас это свойство контроллера, и к нему можно получить доступ через `this.HttpContext`. При этом в свойстве `this.HttpContext.Request` будет содержаться вся информация о запросе — о том, какой URL пользователь вызвал, какие параметры передал, какой тип запроса пришел: `GET` или `POST`, и т. д.

У контроллера есть еще несколько интересных методов, которые могут генерировать специальные типы. Например, у нас может быть метод, который показывает на странице какую-либо статью, а номер статьи должен передаваться в качестве параметра. Если по номеру никакой статьи не найдено, то мы можем вернуть стандартную ошибку 404, вызвав метод контроллера `this.NotFound`:

```
public IActionResult loadarticle(int id)
{
  if (id == 10) {
    return Content("Good stuff");
  }
  return this.NotFound();
}
```

А если обратиться к URL этого метода и указать неверный ID, то мы также увидим классическую ошибку 404.

Это классический метод обработки классической проблемы. И если вам кажется, что страница ответа выглядит очень уж страшной, то это поправимо — есть способ сделать ее красивее, но это тема отдельного разговора.

Для тех случаев, когда переданы некорректные данные, нужно использовать метод `BadRequest`. Например, номер статьи не должен быть меньше нуля, а значит, мы можем добавить проверку:

```
if (id < 0)
{
  return this.BadRequest("Something is really bad");
}
```

Благодаря тому, что мы возвращаем интерфейс `IActionResult`, мы можем возвращать как реальный контент, так и ошибки `BadRequest` или `NotFound`. Если бы мы имели в виду возвращать строку, то при отсутствии ошибок строку бы и возвращали, но в случае ошибки приходилось бы использовать обходные пути. А `IActionResult` позволяет получить элегантное решение на все случаи жизни.

Есть еще метод `File`, с помощью которого можно передать пользователю с сервера файл.

А можем мы вернуть в качестве результата метода что-то совсем «сумасшедшее»? Да! Давайте создадим класс `Person` и попробуем вернуть объект этого типа:

```
public class Person
{
  public string FirstName { get; set; }
  public string LastName { get; set; }
}
```

Теперь создаем новый метод в контроллере:

```
public Person person()
{
  return new Person {
     FirstName = "Михаил",
     LastName = "Фленов"
  };
}
```

Если обратиться к этому методу, то браузер отобразит объект в виде JSON:

```
{"firstName":"Михаил","lastName":"Фленов"}
```

И хотя возвращать класс произвольного типа можно, я не устану повторять, что лучше использовать `IActionResult`, а чтобы объект превратить в такой интерфейс, можно использовать класс `ObjectResult`:

```
public IActionResult person()
{
  return new ObjectResult(new Person {
     FirstName = "Михаил",
     LastName = "Фленов"
    }
  );
}
```

Результат будет тот же самый.

> ***Примечание***
>
> Исходный код примера к этому разделу можно найти в папке *Source\Chapter13\AttributeRouting* сопровождающего книгу электронного архива (см. *приложение*).

13.7. Представления

Возвращать пользователю код страницы в виде текста можно, но сложно. Самый популярный и эффективный метод отобразить страницу — использовать представления. До сих пор мы отображали что-либо простое с помощью контроллеров, но отображать так целую страницу может быть далеко не самым эффективным решением.

Контроллеры, которые мы рассматривали в предыдущем разделе, должны принимать только базовые решения, а вся логика должна жить отдельно. Контроллеры также не должны отвечать и за отображение данных — это дело *представлений*, и это я уже отмечал в *разд. 13.4*.

Для создания представлений сейчас самым популярным движком является `Razor`. Это встроенный движок, но можно создать и свой собственный, хотя я никогда не видел в этом надобности.

Когда контроллер хочет отобразить специальный файл представления, он должен вернуть в качестве результата работы метода тип `ViewResult`, который можно создать, просто вернув результат работы метода `View`:

```
public IActionResult Index()
{
  return View();
}
```

У нас в проекте уже есть два контроллера — давайте добавим для тестирования еще один: `RazortestController`:

```
using Microsoft.AspNetCore.Mvc;

namespace MyWebSite
{
    public class RazortestController : Controller
    {
        public IActionResult Index()
        {
            return View();
        }
    }
}
```

Так как контроллер называется `Razortest`, а метод — `Index`, то согласно маршрутизации по умолчанию доступ к такому методу можно получить из браузера. Но если обратиться по адресу: `/razortest/index`, произойдет ошибка (рис. 13.6), потому что нет самого представления, которое должно быть отдельным файлом, где мы можем писать тэги HTML и инструкции C# с помощью синтаксиса Razor.

Тут нам говорят, что представление `View` с именем `Index` не найдено. А пытались его найти в следующих местах: /Views/Razortest/Index.cshtml и /Views/Shared/Index.cshtml.

При этом поиск происходит в указанном порядке. Первое, куда смотрит система, — в папку View. Потом — в папку с таким же именем, как у контроллера (кроме самого слова `Controller`). У нас контроллер называется `RazortestController`, так что, отбросив слово `Controller`, путь превращается в /Views/Razortest. И вот здесь должен присутствовать файл с именем, которое совпадает с именем метода и с расширением cshtml. У нас метод `Index`, а значит, файл должен нести имя Index.cshtml.

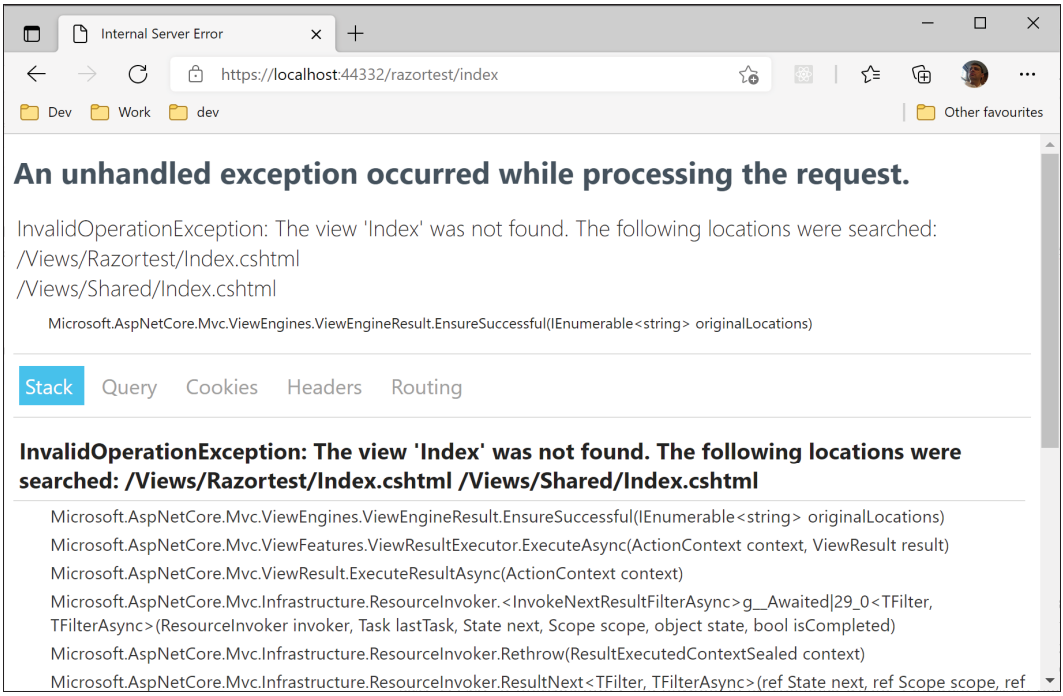


Рис. 13.6. Ошибка: не найден файл представления

Расширение файла не случайно cshtml — это сочетание cs и html и отражает реальную суть файла — здесь можно смешивать код HTML и код CS.

Итак, теперь, когда мы обращаемся к контроллеру, он вызывает метод `View`, который находит файл представления, исполняет в нем код и возвращает результат пользователю в виде HTML.

Имя CSHTML-файла можно изменить. Если вы хотите в методе `Index` отобразить, например, файл Test.cshtml, это можно сделать, если указать имя нужного нам представления в качестве параметра метода `View`:

```
public IActionResult Index()
{
  return View("Test");
}
```

Однако этот метод также завершит выполнение ошибкой, потому что представления с именем `Test` у нас тоже нет.

В тех случаях, когда представление будет использоваться только для определенного контроллера, его желательно помещать в папку с именем контроллера, — в нашем случае это /Views/Razortest. Если же представление предполагается использовать сразу с несколькими разными контроллерами или действиями, то его рекомендуется помещать в папку Shared.

Для первого примера мы создадим представление, которое будет обслуживать только один метод, и поэтому вернемся к имени по умолчанию:

```
public IActionResult Index()
{
  return View();
}
```

Если у вас в проекте еще нет папки Views, то создайте ее, а внутри нее — подпапку Rasortest. Обе папки можно создать в файловой системе, используя файловый менеджер, или с помощью среды разработки Visual Studio: щелкните правой кнопкой мыши на папке Views, выберите из контекстного меню **Add | New Folder** и введите имя папки: `Rasortest`.

Теперь нужно создать собственно представление `View` — щелкните правой кнопкой мыши на папке Rasortest, выберите **Add | New File**, и перед нами откроется уже знакомое окно выбора типа и имени файла. Выберите **MVC View — Empty**, как показано на рис. 13.7, а в качестве имени файла оставьте Index.cshtml.

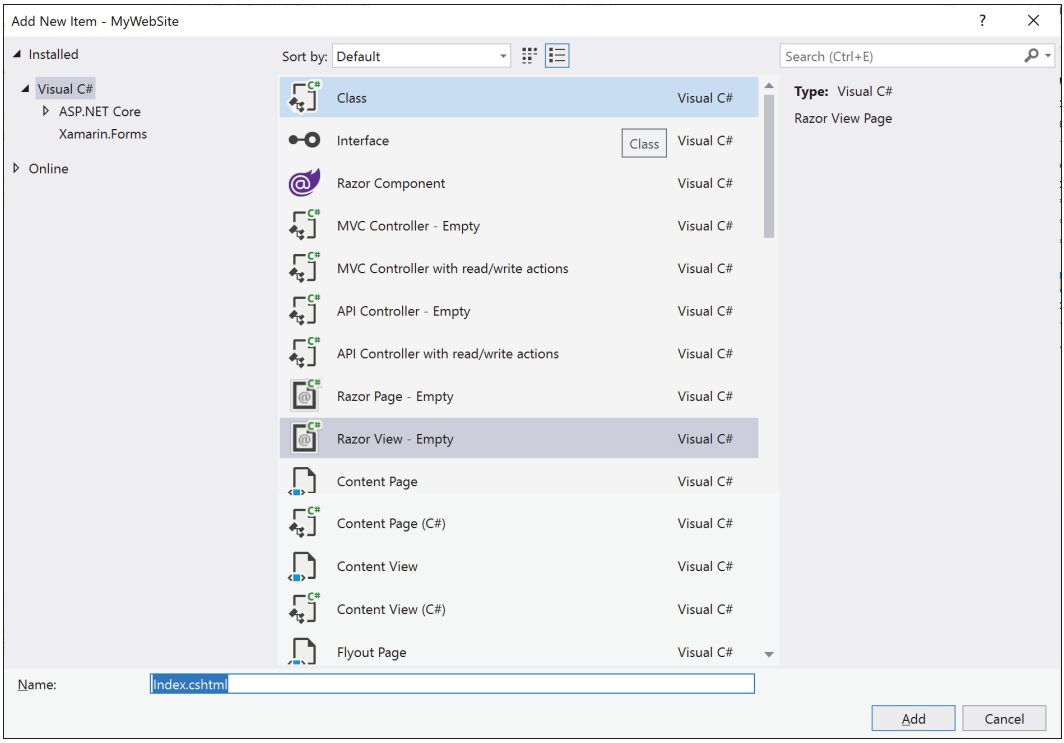


Рис. 13.7. Создаем файл представления

Теперь все представления, которые мы станем использовать в контроллере `RazorController`, будут храниться в папке Views/Razortest. Убираем все, что мастер поместил в созданный файл Index.cshtml, и вместо этого напишем немного HTML-кода:

```
<html>
    <body>
```

```
            <h1>Hello</h1>
            <p>This is a view</p>
        </body>
    </html>
```

Запустите сайт, перейдите по адресу `/razortest/index`, и если вы правильно создали папки для хранения файла Index.cshtml и не ошиблись в имени файла, то должны увидеть страницу, показанную на рис. 13.8.

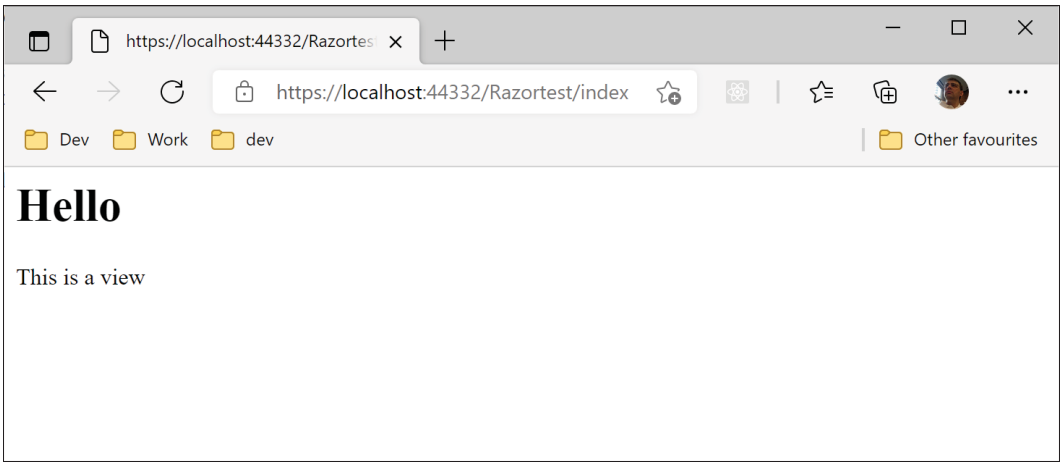


Рис. 13.8. Страница представления

> ***Примечание***
>
> Исходный код примера к этому разделу можно найти в папке *Source\Chapter13\Razortest* сопровождающего книгу электронного архива (см. *приложение*).

13.8. Модель представления

В веб-программировании выделяют бизнес-модели и модели представления. Мы уже немного затрагивали вопрос бизнес-моделей, в которых нужно реализовывать логику сайта, и эту тему мы пока немного отложим. А вот модели представления уже пора начать использовать.

В MVC представления не должны ничего знать о бизнес-модели, и бизнес-модель ничего не должна знать о том, как и кем будут отображаться данные. Вся коммуникация должна происходить через контроллер, который единственный знает о том и о другом.

Но как представление может получить доступ к данным? Оно же не может вызвать метод бизнес-логики и увидеть ответ? Вместо этого представления должны получать от контроллера все необходимые данные в виде *моделей представления*. Модели представления — не какой-то код с логикой, это могут быть классы, которые описывают лишь модель данных и могут еще заниматься проверкой данных на

корректность, и все. В рассматриваемом случае слово «модель» предполагает именно моделирование. Если под бизнес-моделью часто понимают не только данные, но и логику, то тут — только данные. Попросту говоря, это классы, которые содержат данные для отображения в представлении или для их передачи логике приложения.

Для хранения моделей представления я предпочитаю использовать отдельную папку с именем ViewModel — добавьте ее через файловую систему или Проводник решения.

Затем в папке модели создайте файл Person.cs. Для этого щелкните правой кнопкой мыши на папке ViewModel и выберите **Add** | **New File**. В открывшемся окне выберите раздел **General** и потом **Empty Class**. Внизу окна введите `Person.cs` и нажмите кнопку **OK**.

Напоминаю, что какой тип файла вы выберете — не имеет значения, главное — это расширение файла и его содержимое. А вот содержимым мы сейчас и займемся.

Этот файл создан специально для модели, и, судя по его названию, здесь я хочу создать класс с именем `Person` и несколькими полями. Пусть для примера у нашего «персонажа» будут три свойства: имя, фамилия и возраст:

```
namespace MyWebSite.ViewModel
{
    public class Person
    {
        public string FirstName { get; set; }
        public string LastName { get; set; }
        public int Age { get; set; }
    }
}
```

Я уже использовал в этой главе такой класс, но тогда я его создавал прямо в файле с контроллером, что очень плохо. Теперь я поступил правильно и поместил класс в отдельную папку для моделей представления.

У нашей модели есть лишь свойства, потому что ее смысл — только создать объект в памяти и через контроллер передать данные в представление.

Итак, идем в контроллер `RazertestController`, здесь в методе `Index` создаем объект класса `Person` и, чтобы передать его представлению, просто передаем его в качестве параметра методу `View`:

```
public IActionResult Index()
{
  Person person = new Person()
  {
    FirstName = "Mikhail",
    LastName = "Flenov",
    Age = 42
  };
```

```
    return View(person);
}
```

Так как мы поместили модели представления в отдельную папку, то по умолчанию для них среда разработки, скорее всего, задала свое пространство имен. В нашем случае это `MyWebSite.ViewModel`, поэтому не забудьте подключить его в контроллере.

Пока мы использовали `View` без параметров, когда фреймворк просто искал файл с таким же именем, как и имя метода, и отображал его. Я упоминал, что есть еще версия, когда в качестве параметра передается имя представления, если нужно отобразить файл, имя которого отличается от имени метода.

В этом разделе мы познакомимся с еще двумя версиями этого метода:

- `View(object model)` — в качестве параметра передается объект модели представления. При этом фреймворк будет искать файл представления с таким же именем, как и имя метода;
- `View(string viewName, object model)`. Первый параметр — это имя файла представления, а второй — объект модели. Через модель мы будем передавать данные, которые нужно отобразить на странице в представлении.

Запомнить это просто: если используется представление с таким же именем, как и имя метода, то модель — это первый и единственный параметр. Если нужно указать имя представления явно, то модель будет во втором параметре.

Теперь осталось увидеть, как в представлении можно использовать модель. Итак, смотрим на обновленный код представления Views/Razertest/Index.cshtml:

```
@model MyWebSite.ViewModel.Person

<h1>Hello</h1>
<p>First Name: @Model.FirstName</p>
<p>Last Name: @Model.LastName</p>
<p>Age: @Model.Age</p>
```

В первой строке мы указываем класс, который ожидается увидеть в представлении. Это необходимо по двум причинам: чтобы защититься от передачи неверной модели и чтобы среда разработки могла подсказывать через автозаполнение свойства модели:

```
@model MyWebSite.ViewModel.Person
```

Обратите внимание, что здесь указывается полное имя класса вместе с пространством имен, потому что наше представление пока не знает, в каких пространствах искать.

В определении метода `View` параметр модели имеет тип `Object`, а через этот тип в .NET можно передать совершенно любой тип данных, — ведь все происходит именно от класса `Object`. Но в самом файле представления нам нужно более точно указать, какого именно класса будут данные, чтобы фреймворк знал, какие именно свойства есть у модели, и мы могли проще к ним обращаться.

Теперь, когда мы хотим вывести на экран страницу со значением какого-либо свойства, достаточно указать `@Model` и затем свойство модели. Например, имя мы выводим так: `@Model.FirstName`. При отображении представления фреймворк подставит вместо `@Model` объект модели, который передается в качестве параметра, и на странице будет показано имя «персонажа».

Запустите пример и в браузере перейдите по адресу: `https://localhost:44332/razortest/index`. Результат работы этого примера показан на рис. 13.9.

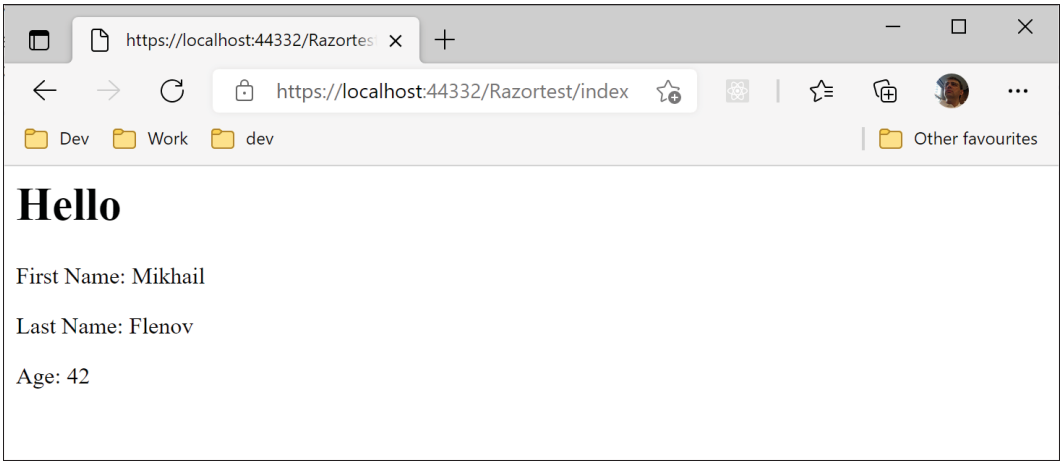


Рис. 13.9. Отображение данных представления

Примечание

Исходный код примера к этому разделу можно найти в папке *Source\Chapter13\ViewModel* сопровождающего книгу электронного архива (см. *приложение*).

13.9. Razor в .NET Core/.NET 5

Синтаксис программирования Razor — это современный подход к созданию представлений в приложениях ASP.NET. Если бы нам нужны были статичные HTML-файлы, мы бы не заморачивались с .NET Core/.NET 5 или вообще с каким-либо языком программирования, а просто создали бы статичные файлы и отображали их. Но такие сайты уже мало кому нужны — сейчас даже простые страницы требуют динамики, и содержимое их постоянно меняется.

С помощью Razor мы можем писать логику в представлениях. Это всего лишь оформление логики, так что совершенно новый язык нам изучать не придется — достаточно будет только познакомиться с тем, как можно использовать в представлениях уже знакомый нам C#.

13.9.1. Комментарии

Razor — это как новый язык, а ознакомление с новыми языками начинают со знакомства с комментариями. Как и в любом другом языке программирования, ком-

ментарии не выполняются фреймворком, не влияют на результат и даже не отображаются на результирующей странице.

Комментарии в представлениях Razor пишутся между символами `@*` и `*@`, например, так:

```
@*
  Это многострочный комментарий
  в Razor и веб-приложении .NET Core/.NET
*@
```

Я противник комментариев, и в моем коде вы встретите их очень редко, потому что код должен быть таким, чтобы его можно было читать без каких-либо дополнительных подсказок. Комментарии необходимы только в самом крайнем случае.

Очень часто программисты используют комментарии для того, чтобы временно отключить какой-либо функционал. Я тоже иногда так поступаю, но только уж совсем для временного отключения. То же самое можно делать и в представлении. Причем комментарием становится совершенно все, включая код HTML:

```
@*
<h1>@Model.LastName</h1>
*@
```

Здесь внутри комментария есть и HTML-код, и даже немного Razor-кода. Ни то ни другое на странице не отобразится. Но если HTML-комментарии небезопасны, потому что их можно увидеть в исходнике страницы, то Razor-комментарии безопасны, их в исходнике видно не будет.

Однако, даже несмотря на безопасность, использовать комментарии рекомендуется только для временного отключения какого-либо функционала и лишь в крайних случаях.

13.9.2. Вывод данных в представлениях

Представления в .NET — это файлы *.cshtml, и их расширение не просто так состоит из двух частей:

- cs, или C Sharp, или просто C#;
- html, а он и в Африке HTML.

Первая часть — это указание на язык программирования, а вторая — указание на язык разметки. В результате мы получаем смесь, в которой можем писать и то и другое. Описание HTML выходит за рамки нашего разговора, и я предполагаю, что вы с ним уже знакомы.

Мы уже знаем, что представления могут получать на входе какую-то модель, и мы даже пробовали выводить что-то в *разд. 13.8*, посвященном модели представления. Чтобы вывести какие-то данные из модели на страницу, перед переменной C# нужно просто поставить символ `@`. Напоминаю: для вывода поля `FirstName` в нашей модели мы пишем так: `@Model.FirstName`.

Это все мы уже видели, а теперь двинемся дальше. Бывает, что необходимо выводить больше, чем просто какую-то простую переменную, и в этом случае после символа `@` мы заключаем все в круглые скобки: `@(`*значение*`)`.

Например, если в свойстве модели находится число, то мы можем выполнить в этом выражении какую-нибудь математическую операцию:

```
@(Model.Age * 2)
```

Здесь я не просто вывожу возраст «персонажа» и зачем-то умножаю его на 2. Просто не придумал примера получше...

Со строковыми переменными тоже можно выполнять какие-либо операции — например, можно прибавить какой-то текст, а имя отобразить в нижнем регистре:

```
@("Mr. " + Model.FirstName.ToUpper())
```

Прибавлять `"Mr."` смысла нет — его можно было просто вывести до `@()` так:

```
Mr. @Model.FirstName.ToUpper()
```

но мне захотелось показать какую-нибудь операцию, которую можно выполнить внутри `@()`, и лучше варианта я не нашел.

Тут можно написать даже просто какой-либо C#-код — главное, чтобы он возвращал что-либо, что и будет отображаться на странице. Например, здесь мы с помощью `Int32.Parse` приведем строку к числу, и оно будет отображено на странице:

```
Число: @(Int32.Parse("4"))
```

Итак, просто для вывода переменной на страницу достаточно поставить перед этой переменной символ `@`. Если в выводе имеются пробелы или он представляет собой нечто большее, чем одна переменная (как в случае с умножением возраста), надо заключить все в скобки.

13.9.3. C#-код

Если мы посмотрим в представление, которое для нас сгенерировал Visual Studio, то, возможно, у вас в нем буду присутствовать две «магические» строчки, которые стоит рассмотреть:

```
@{
}
```

«Магический» символ `@` переводит фреймворк в режим выполнения кода, а фигурные скобки указывают его границы:

```
@{
  int i = 10;
}
```

В этом примере в режиме кода создается переменная `i`, которой присваивается значение `10`. Ничего особенного, просто что-то нужно было написать для примера.

Совет

В режиме кода можно писать практически все, что угодно, — никаких ограничений вроде бы нет. Можно даже полностью отказаться от контроллеров и обращаться к модели прямо из View, потому что никто вас остановить не может, если нет наставника или начальника, который даст по рукам. Однако в представлениях не должно быть никакой логики! Да, ее туда включить возможно, но это очень плохо. В файлах **.cshtml* может быть только такой C#-код, если он необходим для отображения чего-либо на странице.

У начинающего программиста может возникнуть вопрос: что писать в контроллерах, а что — в **.cshtml*? Трудно дать такое правило, которое работало бы в 100% случаев. Я бы сказал так: если код можно написать где-то в другом месте, в представлении лучше его не писать.

Как только фигурные скобки заканчиваются, мы снова возвращаемся в режим HTML и можем писать текст даже без тэгов:

```
@{
  int i = 10;
  <p>index = @i</p>
}
<p>Это просто текст, а не код</p>
```

В этом примере я еще и HTM-код вставил в блок кода, и это совершенно легально. Как только фреймворк видит открывающийся HTML-тэг, он переходит в режим отображения этого языка разметки. Как только достигается конец тэга, то мы возвращаемся в режим кода и можем писать C#-код. Написать просто текст среди кода нельзя, но это и не нужно. В тех случаях, когда вам нужно в блоке кода вывести на страницу какой-то текст, можно использовать тэг `<text>`:

```
@{
  int i = 10;
  <text>index = </text>@i
}
```

Это очень удобный трюк, и когда фреймворк отображает содержимое тэга `<text>`, то на странице не будут отображаться никакие пробелы до открывающегося тэга и после него, так что можете ставить пробелы так, чтобы код выглядел в редакторе красиво.

Есть еще один вариант перевести текущую строку в HTML-режим — поставить `@:` (символ `@` и двоеточие):

```
@{
  int i = 10;
  @: This is a string @i
}
```

В этом примере у нас в блоке кода первая строка — это чистый C#-код, а вторая — переведена в режим HTML, поэтому здесь можно писать просто текст, а для вывода значения переменной `i` мне приходится отображать ее, как это делается в HTML-режиме, т. е. ставить перед ней символ `@`.

13.9.4. Условные операторы

При отображении представления очень часто необходимо указывать какую-то логику, отображать данные в зависимости от каких-либо условий — в общем, использовать оператор `if` или `switch`.

Как и с выводом данных, все начинается с «магического» символа `@`, после которого идет оператор `if` без каких-либо отступов. То есть символ `@` как бы переводит систему в режим C#-кода, и парсер начинает искать C#-инструкции:

```
@if (Model.Age < 15)
{
  <p>Классно быть молодым, но сайт только для лиц старше 15 лет</p>
}
else
{
  <p>Все отлично</p>
}
```

Понимаю, что пример этот, может быть, не самый логичный, но, главное, наглядный. Как видите, символ `@` необходим только перед оператором `if`. Перед `else` ничего ставить не нужно, потому что он должен идти сразу же после закрывающей фигурной скобки. Если `else` нет, а идут какие-нибудь HTML-тэги или просто текст, то фреймворк возвращается к отображению HTML и не воспринимает больше последующий текст как C#-код.

То есть конструкция `@if {}`, как и конструкция `@{}`, переводит парсер в режим кода, и все, что находится внутри фигурных скобок, по умолчанию будет восприниматься как C#-код. Впрочем, внутри фигурных скобок мы можем также перейти как бы в режим HTML (я не знаю, правильно ли будет говорить «режим»?), когда все воспринимается как текст — если указать тэги. В нашем случае парсер файлов *.cshtml видит, что это точно текст, потому что он обрамлен в HTML-тэги, и начинает этот текст выводить.

Как только закончится текущий HTML-тэг, фреймворк возвращается в режим выполнения кода и ищет C#-инструкции или закрывающую фигурную скобку. Закрывающая фигурная скобка тоже является частью C#-кода, поэтому переход в режим кода вполне логичен:

```
else
{
  <p>отлично</p>
  <pre>int index = 10;</pre>
  <p>index = @index</p>
}
```

Здесь в `else` присутствуют три строки HTML-кода. По окончании HTML-кода первой строки начинается C#-код, который корректен, и его можно выполнить. Третья строка — снова HTML-код, потому что начинается с корректного тэга.

Вот так HTML-тэги переключают фреймворк с режима выполнения кода на режим отображения HTML и обратно. В тех случаях, когда среди HTML-кода нам нужно выполнить C#-код, мы всегда можем сделать это, написав:

```
@{
 // HTML-код
}
```

В большинстве языков программирования имеется конструкция `else if` — чтобы было больше двух вариантов выбора, и в Razor это тоже возможно:

```
@if (Model.Age < 15)
{
  <p>Классно быть молодым, но сайт только для лиц старше 15 лет</p>
}
else if (Model.Age < 18)
{
  <p>Все возможно, но с ограничениями</p>
}
else
{
<p>Все отлично</p>
}
```

Здесь у нас выводятся разные сообщения — в зависимости от того, какой возраст у человека: до 15 лет, от 15 до 18 или старше 18.

В Razor также есть возможность использовать оператор `switch`, который работает идентично его C#-аналогу:

```
@switch (value)
{
    case 1:
       <p>Это первый случай</p>
       break;
    case 2:
       <p>Это второй случай</p>
       break;
    default:
       <p>Ну и случай по умолчанию</p>
       break;
}
```

Не думаю, что здесь нужны какие-либо дополнительные комментарии для тех, кто уже знаком с C#.

13.9.5. Циклы

Трудно сказать, что популярнее при работе с представлениями — логические операции или циклы, но они точно играют очень важную роль. Хотя я оба эти приема поставил бы на вторую строку, а первую отдал бы выводу информации.

В Razor поддерживаются все необходимые нам возможности работы с циклами: `for`, `foreach`, `while` и `do..while`. Они работают так же, как и в коде на C#, просто в представлении обращение к ним нужно начинать с символа `@`, как мы уже делали в предыдущем разделе с логическими операциями. При этом для циклов я буду использовать контроллер `RazortestController`. Итак, несколько примеров.

Создадим новый метод `list`:

```
public IActionResult List()
{
  var people = new Person[] {
    new Person(){ FirstName="Mikhail", LastName="Flenov", Age=42 },
    new Person(){ FirstName="Ivan", LastName="Sergeev", Age=29 },
    new Person(){ FirstName="Lena", LastName="Petrova", Age=20 },
  };
  return View(people);
}
```

Здесь в методе `List` из трех объектов класса `Person` создается массив, который помещается в переменную `people`. После этого мы возвращаем в качестве результата метод `View` и передаем ему в качестве модели наш массив.

Поскольку я не указал, какое представление отображать, то фреймворк будет искать по умолчанию файл List.cshtml в папке Views/Razortest. Создайте такой файл и давайте начнем писать в нем код. В самом начале нужно указать модель, которую мы получили:

```
@model MyWebSite.ViewModel.Person[]
```

Теперь на примере этой модели можно рассмотреть все возможные циклы. Первый — классический `for`:

```
<h1>for</h1>
<p>Цикл for:</p>
<ul>
    @for (var i = 0; i < Model.Length; i++)
    {
        <li>@Model[i].LastName @Model[i].LastName (@Model[i].Age)</li>
    }
</ul>
```

Затем более популярный `foreach`, который, на мой взгляд, более удобен для перебора элементов массива:

```
<h1>foreach</h1>
<p>Цикл foreach:</p>
<ul>
    @foreach (var p in Model)
    {
        <li>@p.LastName @p.LastName (@p.Age)</li>
    }
</ul>
```

Следующий цикл — while. Я не очень часто его использую, потому что он достаточно специфичный:

```
<h1>while</h1>
<p>Цикл while:</p>
<ul>
    @{
        int index = 0;
    }
    @while (index < Model.Length)
    {
        <li>@Model[index].LastName
           @Model[index].LastName (@Model[index].Age)</li>
        index++;
    }
</ul>
```

В приведенном примере для цикла while нужна какая-нибудь переменная, которую мы будем использовать как счетчик, и именно из-за этого я больше предпочитаю другие циклы. Здесь создается переменная index типа int прямо перед блоком цикла. Так как это должна быть C#-переменная и это должен быть C# код, его я написал в блоке @{}:

```
@{
    int index = 0;
}
```

Ну и, наконец, цикл do..while. Его используют, наверное, реже всего:

```
<h1>do..while</h1>
<p>Цикл do..while:</p>
<ul>
    @{
        index = 0;
    }

    @do
    {
        <li>@Model[index].LastName
           @Model[index].LastName (@Model[index].Age)</li>

        index++;
    } while (index < Model.Length);
</ul>
```

Так как в предыдущем цикле я уже создал переменную index, а в этом хочу просто использовать ее заново, перед началом цикла нужно установить значение переменной в 0, поэтому и написан такой блок:

```
@{
    index = 0;
}
```

Здесь уже созданной ранее переменной `index` присваивается значение `0`, чтобы начать цикл с начала.

Не думаю, что нужно останавливаться на каком-либо из циклов отдельно, потому что мы сейчас не учимся программировать, и я полагаю, что базовые знания C# у вас имеются. Здесь все работает абсолютно так же, как в большинстве C-подобных языков. Кроме того, все эти циклы подробно рассмотрены в *разд. 2.7* и *2.8*.

А если вспомнить, что символ `@` и фигурные скобки переводят представление в режим кода, то вы можете писать в цикле любой C#-код:

```
@{
    for (int i = 0; i < 10; i++) {
    }
}
```

Здесь перед оператором `for` нет символа `@`, потому что мы уже находимся в режиме кода и используем циклы в классическом C#-стиле.

> ***Примечание***
>
> Исходный код примера к этому разделу можно найти в папке *Source\Chapter13\loops* сопровождающего книгу электронного архива (см. *приложение*).

13.9.6. Исключительные ситуации

Это случается не так часто, но бывает необходимость отлавливать исключительные ситуации даже в представлениях. Как я уже говорил, в представления не следует включать никакую бизнес-логику — они должны только отображать данные, и поэтому вероятность возникновения проблем в них должна быть очень низкой.

Я не смог придумать ни единого хорошего примера для демонстрации исключительной ситуации в представлении, потому что любые расчеты должны происходить в модели или, в крайнем случае, в контроллерах.

Если же вы столкнулись с ситуацией, когда какой-либо C#-код в представлении может вызывать исключительную ситуацию, то ее можно поймать так:

```
@try {
  // код, который может сгенерировать ошибку
}
catch (Exception e) {
  <p>Произошла ошибка</p>
}
finally {
  <p>Мы попали в finally</p>
}
```

13.9.7. Ключевое слово *using*

Когда модель представления, которую мы получаем из внешнего источника, содержит какие-либо объекты, для обращения к их классам придется писать в представлении их полное название. Например:

```
@foreach (MyWebSite.ViewModel.Person p in Model)
{
  <li>@p.LastName @p.LastName (@p.Age) </li>
}
```

Я тут решил явно указать тип переменной `MyWebSite.ViewModel.Person` в цикле, хотя большинство сейчас просто использует `var`. Оба варианта отлично работают, но если вы не хотите каждый раз писать `MyWebSite.ViewModel.Person`, то в представлении можно подключить пространство имен так же, как и в C#-коде, — с помощью ключевого слова `using`, просто в представлении перед ним нужно поставить символ `@`:

```
@using MyWebSite.ViewModel
@foreach (Person p in Model)
{
  <li>@p.LastName @p.LastName (@p.Age) </li>
}
```

В C# ключевое слово `using` может использоваться в двух случаях: для подключения пространств имен и для указания области видимости для объектов классов, которые реализуют интерфейс `IDisposable`. Здесь та же песня, только с применением символа `@`:

```
@using (Html.BeginForm()) {
 // Здесь будет форма
}
```

Это классический способ использования блока `@using` в представлениях с интерфейсом `IDisposable`. Обратите внимание — я здесь применил HTML-помощник `Html.BeginForm()`. Надо отметить, что HTML-помощники содержат методы, которые прячут HTML-код от программистов. Честно говоря, мне такой подход не очень нравится, но это мое личное мнение — я предпочитаю чистый HTML и считаю, что в представлении должна быть минимальная привязка к C#-коду.

Однако рассмотрим этот код и что он делает. Метод `BeginForm` HTML-помощника `Html` выведет на страницу тэг `<form>` и вернет в качестве результата объект класса `MvcForm`, который в недрах фреймворка объявлен так:

```
public class MvcForm : IDisposable
```

У интерфейса `IDisposable` есть метод `Dispose()`. Работает он так: когда объект типа `MvcForm` уже не нужен системе, то вызывается метод `Dispose()`, который проверяет, закрыт ли открытый тэг `<form>`, и если нет, то закрывает его, для чего выводит на страницу тэг `</form>`. Другими словами, когда мы выйдем за границы видимости `@using`, система закроет форму и в HTML-коде мы увидим:

```
<form>
 // Здесь будет форма
</form>
```

На самом деле там будут еще атрибуты `action` и `method`, а также токен безопасности. Пока опустим это, потому что разговор идет именно о `@using`.

Без ключевого слова `using` то же самое можно было бы сделать так:

```
@{var form = Html.BeginForm();}
// Здесь будет форма
@{form.EndForm();}
```

Здесь я явно открыл и закрыл форму методами `BeginForm` и `EndForm` соответственно. Как мы уже знаем, метод `BeginForm` возвращает объект, который я сохранил в переменной `form`, и когда форма уже не нужна, я вызываю метод `EndForm` этого объекта.

Какой из этих методов вы выберете — это уже личные предпочтения, но, на мой взгляд, использование ключевого слова `using` делает код чище и красивее. Впрочем, и в других случаях наличия интерфейса `IDisposable` лучше все же использовать именно `using` не только с эстетической точки зрения, но и с точки зрения эффективности результата.

13.10. Создание представлений

Мы уже умеем указывать, какое именно представление будет отображаться из контроллера как реакция на различные действия, но это только малая часть того, что мы можем делать. Настала пора более подробно поговорить о представлениях.

Если посмотреть на большинство сайтов, то у них от страницы к странице повторяются одни и те же элементы. У большинства это как минимум шапка и подвал. Помимо них там еще могут присутствовать меню, рекламные блоки, панели слева и/или справа.

Если в коде копировать повторяющиеся части от страницы к странице, то это будет нереальный ужас. Проблема решается двумя способами: использованием макетов (шаблонов) или выносом повторяющихся участков в отдельные файлы и подключением их по мере надобности. В .NET Core/.NET 5 поддерживаются и макеты, и подключение файлов.

Основа сайта строится через шаблон, который могут наследовать другие страницы. Внутри страниц шаблон наследуется и может расширяться уникальным кодом или дополняться какими-то частями из разделяемых файлов.

13.10.1. Макеты

Та информация, которая остается неизменной от страницы к странице, должна содержаться в файлах макета (Layout). Если посмотреть на мой сайт **Flenov.info**, то вы увидите шапку (включая большую страницу наверху), рекламу и, конечно, подвал.

Файл шаблона — это такой же файл *.cshtml. Ему обычно дают имя _Layout.cshtml, а символ подчеркивания в начале имени указывает на то, что это специальный файл, который не вызывался в контроллере и не является результатом работы какого-либо кода. Подчеркивание не обязательно, но для специальных файлов все же желательно его использовать, просто чтобы выделять их визуально.

Остальные страницы сайта могут отображаться внутри основного шаблона. На рис. 13.10 показан сайт, использующий классическую разметку. Прямоугольной рамкой на нем выделен блок, который приходит из конкретной страницы представления, а все остальное — это макет. Впрочем, правая часть приходит на страницу из подключаемого файла.

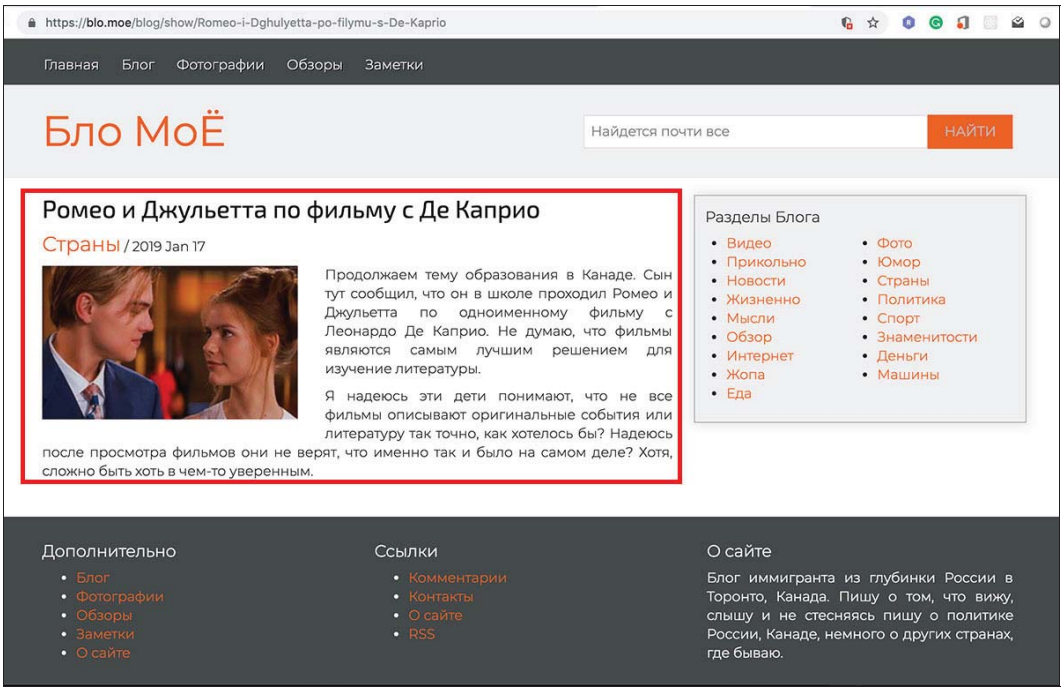


Рис. 13.10. Примерный макет сайта

Итак, с именем файла мы определились, а теперь нам нужно определиться с расположением. До сих пор мы хранили представления в папке с тем же именем, что и у контролера. Но т. к. файл шаблона является общим для всего сайта, то для таких общих файлов я предпочитаю создавать папку Views/Shared (Разделяемые).

Создав такую папку, внутри нее создаем файл макета, щелкнув правой кнопкой мыши на папке Shared и выбрав **File | New File**. Тут снова можно выбрать совершенно любой тип файла и ввести в качестве его имени `_Layout.cshtml`, а можно выбрать уже заранее подготовленный шаблон, который просто наполнит файл базовым смыслом. Имя такого шаблона — **MVC View Layout Page** (он может еще называться **Razor Layout** — в зависимости от версии Visual Studio).

Разработчики Visual Studio иногда меняют шаблоны, поэтому вы можете увидеть и другой результат, но в моем случае получился такой код:

```
<!DOCTYPE html>

<html>
```

```
<head>
    <meta name="viewport" content="width=device-width" />
    <title>@ViewBag.Title</title>
</head>
<body>
    <div>
        @RenderBody()
    </div>
</body>
</html>
```

Расширение имени файла (cshtml) снова указывает на то, что это смесь кода CS и HTML, и здесь мы можем писать абсолютно все то же самое. Просто модели как таковой здесь нет. Зато уже есть два вызова CS-кода:

- `@RenderBody()` — в этом месте будет отображено содержимое представления, которое мы вызовем из контроллера. То есть если мы скажем, что представление Rezortest/Index.cshtml должно использовать этот макет, то содержимое файла Index.cshtml будет размещено как раз в месте вызова кода `RenderBody()`;
- @ViewBag.Title — указывает на то, что мы хотим отобразить свойство Title от переменной ViewBag.

Мы с `ViewBag` еще не знакомились, поэтому сейчас самое время сделать это. Переменная `ViewBag` — динамическая (dynamic), и для создания нового поля достаточно просто написать его имя и присвоить значение. Например, так мы можем создать поле `Test`:

```
ViewBag.Test = "Это строка";
```

Переменная `ViewBag` доступна как из контроллеров, так и из представлений, и может использоваться как раз для того, чтобы передавать информацию из контроллеров в представления.

«Стоп! — скажет внимательный читатель. — Вы же утверждали, что для передачи информации из контроллера в представления нужно использовать классы-модели?» Да, именно так. Если вам нужно передать информацию, ваши помыслы должны быть в первую очередь направлены именно на модель. Только в крайних случаях, когда другого выхода нет, можно использовать `ViewBag` и заголовок. А наш случай как раз и может быть таким крайним, потому что в макете у нас нет и не может быть модели. Макет не знает, какую модель отображает текущая страница, потому что он может использоваться с любой страницей, вот поэтому `ViewBag` и становится приемлемым решением.

Я не могу сказать, что в использовании переменной `ViewBag` есть что-то криминальное. Нет, она вполне легальна, но лучше все же стараться по мере возможности обходить ее стороной. На мой взгляд, тогда код будет даже чище.

Вернемся к нашему шаблону. Чтобы он был более наглядным, я добавил к нему заголовок и подвал:

```
<!DOCTYPE html>

<html>
    <head>
        <meta name="viewport" content="width=device-width" />
        <title>@ViewBag.Title</title>
    </head>
    <body>
        <div style="background:#eee; font-size:200%; padding:30px">
            Logo
        </div>
        <div>
            @RenderBody()
        </div>
        <div style="background:#eee; padding:30px">
            Copyright: www.flenov.info
        </div>
    </body>
</html>
```

Если вы работали с CSS и HTML, то, наверное, сейчас упрекнете меня за этот код. Я знаю, что устанавливать стили через атрибут `style` для каждого элемента в отдельности не очень эффективно, но это всего лишь пример, и мы пока не будем усложнять жизнь отдельным CSS-файлом, а расположим все форматирование в одном месте, чтобы вы могли тут же увидеть, что я изменил. В реальных приложениях, конечно же, стили будут отдельно, HTML — отдельно, котлеты — в холодильнике ;-).

Теперь откройте файл Views/Razortest/Index.cshtml, и если вы добавляли в него тэги типа `html`, `body`, `head`, то удалите их, а оставьте только самое необходимое — что мы хотим отобразить в теле страницы внутри макета. А в самое начало добавьте такой код:

```
@{
    ViewBag.Title = "This is my index page";
    Layout = "~/Views/Shared/_Layout.cshtml";
}
```

Здесь в первой строке мы устанавливаем заголовок страницы, присваивая строковое значение свойству `ViewBag.Title`. Как мы уже выяснили, макет потом сможет прочитать эту строку. Значения `ViewBag` можно задавать как в CSHTML-файлах, так и в контроллерах. Контроллеры будут более подходящим способом, потому что одно и то же представление может отображаться в ответ на различные действия. Например, форма блога может отображаться как при создании новой записи, так и при редактировании старой, поэтому заголовок страницы должен быть соответствующим. Представление будет одно, а в контроллере методы, скорее всего, будут разными, потому что действия разные, вот поэтому заголовок я чаще всего задаю именно в контроллере.

Во второй строке устанавливается файл макета. У вас на сайте может использоваться несколько различных макетов: один — для основных страниц, другой — для страниц администрирования сайтом, третий — для какого-либо специфичного раздела и т. д. Пока же мы установим макет прямо в файле Index.cshtml, но чуть позже познакомимся с тем, как указать, какой макет использовать по умолчанию, и тогда эта строка станет ненужной.

Если запустить этот сайт и перейти на страницу `https://localhost:44332/Razortest/index`, то в результате в браузере мы должны увидеть что-то похожее на рис. 3.11.

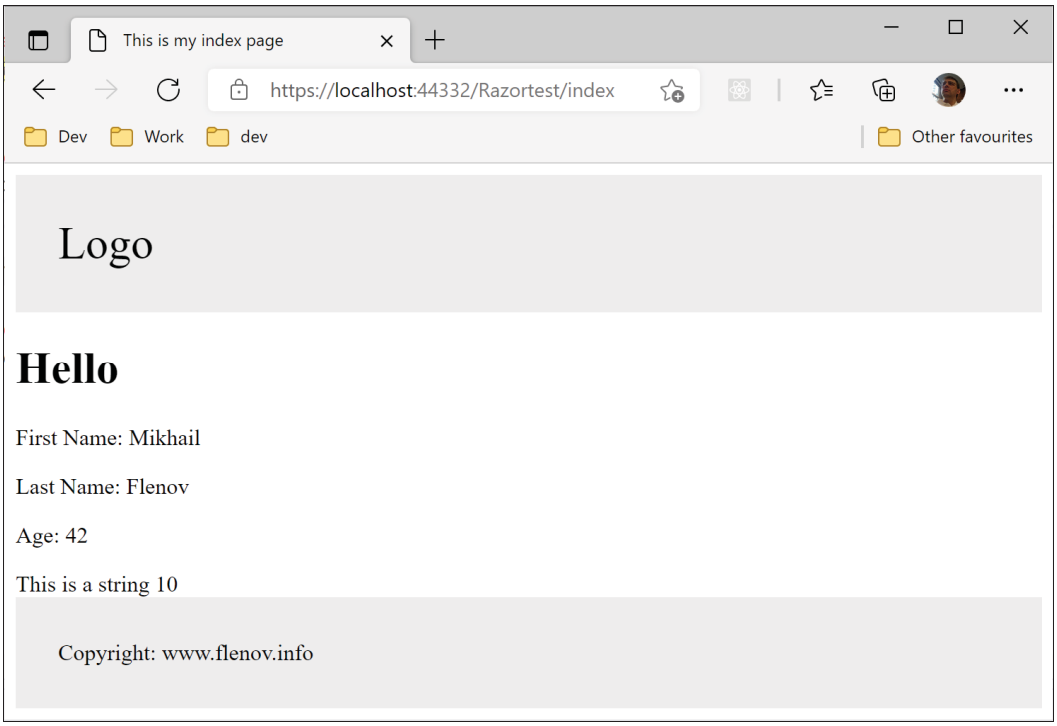


Рис. 13.11. Страница с макетом

Заголовок и подвал отображаются благодаря используемому макету, а центральная часть уникальна для этой страницы.

Теперь можно обновить все представления, чтобы они использовали этот шаблон, и получить преимущество от того, что весь однородный код находится только в одном месте. Стоит поменять файл макета, и изменения станут тут же видны на всех страницах, которые используют этот макет.

> ***Примечание***
>
> Исходный код примера к этому разделу можно найти в папке *Source\Chapter13\layout* сопровождающего книгу электронного архива (см. *приложение*).

13.10.2. Стартовый файл

В предыдущем разделе мы познакомились с тем, как можно создать файл шаблона и использовать его в представлениях. Единственным неудобством при этом является необходимость подключать шаблон в каждом файле представления.

Этого можно избежать, потому что перед тем, как выполнить CSHTML-файл, фреймворк ищет в папке файл _ViewStart.cshtml и выполняет его код. Если в текущей папке он не найден, то его ищут в папке уровнем выше.

Давайте создадим такой файл в папке Views. Щелкните правой кнопкой мыши на папке Views и выберите создание нового файла. В качестве шаблона можно выбрать **RazorPage** — главное, дать файлу имя _ViewStart.cshtml.

Откройте созданный файл и удалите все его содержимое, которое сгенерировал в нем мастер создания файлов, а вместо него впишите строку подключения шаблона. То есть файл должен выглядеть так:

```
@{
    Layout = "~/Views/Shared/_Layout.cshtml";
}
```

В файле Index.cshtml строка подключения шаблона уже больше не нужна, и ее оттуда уберите.

Теперь абсолютно все файлы представлений, которые мы будем отображать, по умолчанию станут использовать шаблон _Layout.cshtml. Попробуйте запустить приложение и убедиться в этом.

Обратите внимание: я говорю «по умолчанию», потому что мы создали файл _ViewStart.cshtml в самом «корне» пути — в папке Views. Если создать такой же файл в папке Razortest и в нем прописать другой шаблон — например, _CoolLayout.cshtml, то все представления из папки Razortest будут использовать именно _CoolLayout.

В самом представлении тоже можно указать другой шаблон. То есть по умолчанию имя шаблона будет браться из _ViewStart.cshtml, а в представлении вы можете указать другой шаблон.

А что, если во всех представлениях определенной папки вам нужен общий шаблон, а в одном представлении из них — нет, потому что там будет что-то уникальное? В этом случае шаблон в этом единственном представлении можно обнулить:

```
@{
    Layout = null;
}
```

Дело в том, что в файле представления вы можете указывать шаблоны, как мы это делали в предыдущем разделе, и это указание имеет самый высокий приоритет, потому что вы как бы перезаписываете значение, которое было прописано в файле _ViewStart.cshtml. То есть если вы хотите использовать в одном-единственном представлении какой-то уникальный шаблон, то его можно указать непосредственно в CSHTML-файле. Например, файл Views/Razortest/Index.cshtml может выглядеть так:

```
@model MyWebSite.Model.Person

@{
    ViewBag.Title = "This is my index page";
    Layout = "~/Views/Shared/_Layout1.cshtml";
}
. . .
. . .
```

За счет того, что у нас шаблон по умолчанию указан в самом «корне» пути (в папке Views) и все страницы по умолчанию отображаются с использованием этого шаблона, возникает вопрос: а как отобразить представление без шаблона? Его можно, как это показывалось чуть ранее, просто обнулить в файле представления, присвоив `Layout` значение `null`. При этом файл Views/Razortest/Index.cshtml может выглядеть так:

```
@model MyWebSite.Model.Person

@{
    ViewBag.Title = "This is my index page";
    Layout = null;
}
. . .
. . .
```

В папке электронного архива для этого раздела можно найти пример, для которого в «корневую» папку представления View я добавил файл _ViewStart.cshtml. Этот файл подключает шаблон _Layout.cshtml. Я также добавил в папку View папку About (и соответствующий контроллер в папку Controllers), причем содержащийся внутри папки About файл _ViewStart.cshtml изменяет шаблон _Layout.cshtml на _CoolLayout.cshtml. Структуру файлов проекта можно увидеть на рис. 13.12.

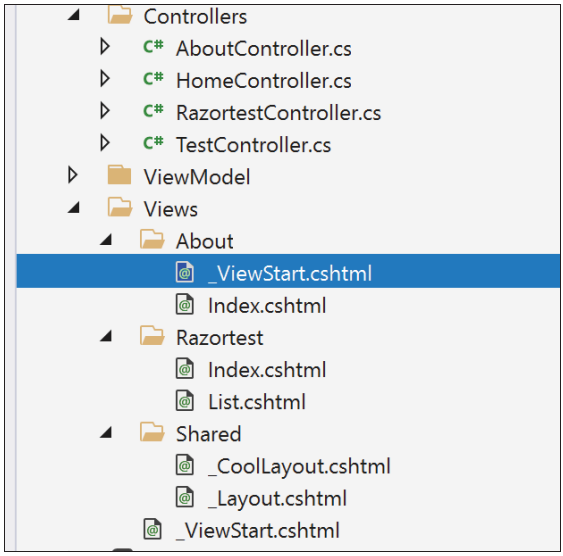


Рис. 13.12. Структура файлов проекта

Примечание

Исходный код примера к этому разделу можно найти в папке *Source\Chapter13\ViewStart* сопровождающего книгу электронного архива (см. *приложение*).

13.10.3. Встраиваемые представления

Я долго ломал голову над тем, как лучше перевести выражение Partial View. Если переводить его дословно, то это «частичные представления». Попытавшись придать переводу чуть большую осмысленность, учитывая функциональность понятия, я получил вариант «маленькие представления». Суть Partial View — это возможность отрисовать часть страницы. У меня прямо ступор был минут на 10, потому что я не мог начать работать над этой главой, и все думал, как же ее назвать.

Поломав немного голову, я решил не переводить выражение Partial View дословно, и назвать главу по наиболее близкому к его функциональности смыслу — встраиваемые представления.

В MVC мы уже знаем, что есть такое понятие — шаблон. Внутри шаблона мы можем вызвать метод `RenderBody()`, чтобы отрисовать текущую страницу. Вызов `RenderBody()` может быть только один.

А что, если на странице будет еще какой-то повторяющийся элемент? Например, у меня на сайте **flenov.info** в разделе блога, в разделе статей и в книгах можно оставлять комментарии. Это совершенно разные страницы, но они используют один и тот же функционал — отображение страницы и отображение формы для сохранения комментариев. Это как бы область внутри страницы, которую желательно было бы реализовать отдельно и просто потом вставлять в нужные страницы.

Вот именно это и делают встраиваемые представления (Partial View). Они не предназначены для того, чтобы отрисовывать все содержимое страницы. Вместо этого такие представления отвечают за отображение и логику какой-то части страницы, и вы это частичное представление встраиваете куда угодно. Получается, что перевод «частичное представление» тоже верный, и можно было бы привести его здесь в дословном варианте? Да! Но мне все же «встраиваемое представление» почему-то нравится больше. Моя книга — что хочу, то и делаю, поэтому я буду далее использовать это название.

Итак, встраиваемые представления — это такие же представления, как и у страниц, но только когда фреймворк их рендерит, он не задействует шаблон, потому что шаблон для этого не нужен. Шаблон нужен странице, а не отдельной ее части.

Как мы уже определились, представления наши встраиваемые, и встраиваться они могут как в файл шаблона, так и в файл представления страницы. Да, даже в файл другого встраиваемого представления. В любой файл *.cshtml (и встраиваемые представления тоже будут иметь такое же расширение) вы можете встроить другое представление. И делается это командой:

```
@Html.Partial("ИмяФайла", Модель)
```

Еще один вариант использования встраиваемых представлений — отображение элементов списка. Чтобы продемонстрировать такой вариант, вернемся к моему

сайту. В разделах **Блог** можно увидеть мои постраничные заметки в 10 элементов. Каждая заметка — это отдельное встраиваемое представление, поэтому если бы сайт был написан на C#, то код страницы блога мог бы выглядеть так:

```
foreach (var blogItem in blogItems) {
  @Html.Partial("blog.cshtml", blogitem)
}
```

Чтобы работать со встраиваемым представлением, сначала создадим его файл. Файл встраиваемого представления можно поместить в папку Shared или в ту же папку, из которой мы будем рисовать этот файл. Я иногда помещаю такие файлы в папку Widget (Виджет). Но сейчас я помещу его в папку Views/Razortest. Для этого щелкаем правой кнопкой мыши на этой папке и создаем новый файл. Раньше в Visual Studio, кажется, был для таких файлов специальный шаблон, но в версии для Mac я его не увидел. Впрочем, это всего лишь шаблоны, и мы можем выбрать тут совершенно любой тип файла, главное — дать ему правильное расширение и правильный контент.

Для Partial View рекомендуется ставить в начале имени префикс в виде символа подчеркивания. Это не обязательно, а только рекомендация, чтобы визуально отличать файлы полноценных представлений от встраиваемых или каких-либо системных, как мы уже делали с файлом _Layout.cshtml.

Так что в качестве имени файла я принял _Item.cshtml, и Visual Studio создал для нас файл, содержимое которого можно очистить. Вместо него напишите следующий код:

```
@model MyWebSite.ViewModel.Person
<li>
    FirstName: @Model.FirstName
    Last Name: @Model.LastName
</li>
```

Если вы внимательно читали предыдущие главы, то в этом файле для вас нет совершенно ничего нового. В самом начале мы задаем тип модели, который ожидаем во время вызова представления, а потом идет смесь кода HTML и C#, в которой я просто отображаю имя и фамилию.

В результате мы обзавелись встраиваемым представлением, которое можем куданибудь внедрить, так давайте это и сделаем. В предыдущих примерах у меня присутствовал контроллер `RazortestController` с методом `List`, который отображал список людей. Мы использовали его, когда я показывал различные варианты циклов в представлениях. Давайте перепишем такой пример с использованием встраиваемого представления и отобразим людей в списке с его помощью. Контроллер остается тем же, мы меняем только отображение, поэтому открываем файл List.cshtml и все его содержимое заменяем на следующее:

```
@foreach (var p in Model)
{
    @Html.Partial("_Item", p);
}
```

Теперь весь код сводится к циклу, который перебирает всех людей из модели и для каждого человека вызывает отображение встраиваемого представления — мы встраиваем его в текущую позицию с помощью следующего кода:

```
@Html.Partial("_Item", p);
```

Первый параметр — это имя файла, а второй — модель типа `Person`. Именно ее и ожидает наше представление.

Преимущество встраиваемого представления заключается в том, что теперь `_Item` работает как виджет. Мы можем отображать его на любой странице сайта и вызывать его, откуда угодно. И если в определенный момент захочется поменять внешний вид этого виджета (карточки человека), то достаточно поменять ее в одном файле _Item.cshtml, и изменения вступят в силу везде.

Кстати, использование метода `Partial` — это несколько устаревший подход, и сейчас MS рекомендует использовать асинхронную версию `PartialAsync`, которая защищена от блокировок:

```
@await Html.PartialAsync("_Item", p)
```

Метод `Partial` тоже будет работать, просто во время компиляции вам покажут предупреждение с предложением использовать асинхронную версию.

Есть еще пара методов: `RenderPartial` и `RenderPartialAsync`. Различия этих двух методов в том, что они вызывают отрисовку представления, но при этом не возвращают его в качестве результата, а отображают его.

Посмотрим на следующие два примера:

```
@await Html.PartialAsync("_Item",
   new MyWebSite.Model.Person(){FirstName="Михаил",LastName="Фленов"})
@{
   await Html.RenderPartialAsync("_Item",
      new MyWebSite.Model.Person()
      {
         FirstName = "Михаил",
         LastName = "Фленов"});
      }
```

В первом случае вызывается метод `PartialAsync`, который возвращает результат отрисовки, и мы его отображаем за счет того, что ставим впереди символ `@`. Точно так же мы отображаем и имя, когда пишем `@Model.FirstName`. Одиночный символ `@` как раз и служит для отображения.

Второй метод — `RenderPartialAsync` — ничего не возвращает, поэтому нельзя написать:

```
@await Html.RenderPartialAsync(. . . .
```

Такой вариант закончится ошибкой. Вместо этого я перехожу в режим кода `@{`, а уже потом вызываю `RenderPartialAsync`, который ничего не вернет, но зато все отобразит.

Как можно использовать эти различия? Допустим, вы собираетесь вызвать представление, но хотите не отображать его в текущей позиции, а сохранить результат, а потом еще и обработать. Такое возможно:

```
@{
    var result = Html.Partial("_Item",
       new MyWebSite.Model.Person()
       {
         FirstName = "Михаил",
         LastName = "Фленов"
       });
}
```

Здесь мы не отображаем представление, а вызываем его, и результат рендеринга сохраняем в переменной `result`. Теперь эту переменную можно как-то еще обработать, передать кому-нибудь или даже просто отобразить, если написать: `@result`.

А если встраиваемое представление только отображает информацию и вам не нужна модель, то ее можно и не указывать, — здесь может быть просто HTML-код, который подключается из разных мест.

На всех моих сайтах я обязательно использую следующую запись:

```
@Html.Partial("_ads.cshtml")
```

Модель здесь не передается, потому что в файле _ads.cshtml нет каких-то данных, там присутствует фиксированный HTML-код, который генерирует Google, чтобы я мог отображать на своем сайте рекламу. И если Google когда-либо поменяет код, который должен быть на моем сайте, мне достаточно будет поменять только один файл.

> ***Примечание***
>
> Исходный код примера к этому разделу можно найти в папке *Source\Chapter13\Partial* сопровождающего книгу электронного архива (см. *приложение*).

13.10.4. Компоненты

Представления, которые мы рассматривали в предыдущем разделе, отлично работают, если у вас есть под рукой готовая модель, которая может отобразить себя, но это далеко не всегда возможно. Например, у меня на сайте в правом верхнем углу отображается имя пользователя, если он зарегистрирован. Этот кусочек страницы строится в шаблоне страницы. Неужели мне нужно передавать шаблону _Layout.cshtml какую-то модель? Это вообще возможно?

Проблему с выводом имени текущего пользователя в файле шаблона можно решить двумя методами:

- создать где-то в модели статичный метод и обратиться к нему;
- использовать компонент.

Я предпочитаю второй метод, и он как раз отлично подходит для нашего случая.

Компоненты по своему смыслу очень похожи на встраиваемые представления — это такие же CSHTML-файлы, при отображении которых не будет задействован шаблон.

Разница только в том, откуда берется модель для файла представления. В случае с представлением модель нужно передать ему в качестве параметра при вызове, потому что, когда мы отображаем встраиваемое представление, фреймворк сразу же идет и ищет именно файл представления. В случае с компонентами к представлению привязан C#-код, в котором вы можете сформировать модель и передать ее представлению.

Получается, что компонент — это как бы независимый элемент MVC. Вы говорите: отобразите мне в этой части страницы компонент `Login`, и фреймворк находит сначала код компонента, который формирует модель, а потом вызывает представление для отображения содержимого модели.

Убедимся на практике, что это действительно так прекрасно.

Код компонентов хранится в отдельной папке с названием ViewComponents. У вас ее, скорее всего, нет, поэтому придется создать ее так же, как мы создавали папку для контроллеров. Щелкаем правой кнопкой мыши на имени проекта и выбираем **Add | New Folder**. Затем внутри папки ViewComponents создаем файл — назовем его UserViewComponent.cs, — в котором и будет прописан код. Именование очень важно, потому что если мы просим фреймворк отобразить компонент `User`, то он будет искать класс с именем `UserViewComponent`.

Далее:

1. Надо добавить в этот файл пространство имен `Microsoft.AspNetCore.Mvc`, потому что мы будем работать с компонентом.
2. Класс должен наследовать `ViewComponent`, поэтому обязательно добавим и это наследование.
3. Нужно реализовать метод `Invoke`, который должен возвращать тип `IviewComponentResult`.

Метод `Invoke` работает так же, как и методы в контроллерах. Только если в контроллерах один класс может обрабатывать несколько различных URL, то здесь это один класс на один компонент, поэтому нужен один метод. Полный код моего примера будет выглядеть так:

```
using Microsoft.AspNetCore.Mvc;
using MyWebSite.ViewModel;

namespace MyWebSite.ViewComponents
{
    public class UserViewComponent : ViewComponent
    {
        public IViewComponentResult Invoke()
        {
            var model = new UserModel()
```

```
            {
                IsLoggedIn = true,
                UserName = "mflenov"
            };
            return View("User", model);
        }
    }
}
```

В методе `Invoke` я создаю экземпляр модели `UserModel` с парочкой параметров и имитирую, как будто пользователь уже вошел в систему и его имя `mflenov`. В реальном приложении тут может также присутствовать проверка сессии на предмет наличия индикатора, что пользователь вошел в систему.

`UserModel` — это класс, который еще нужно создать. Добавьте в папку ViewModel новый файл с именем UserModel.cs и в него поместите следующий код:

```
namespace MyWebSite.ViewModel
{
    public class UserModel
    {
        public bool IsLoggedIn { get; set; }
        public string UserName { get; set; }
    }
}
```

Результат метода возвращается точно так же, как и в случае методов контроллера — вызывается метод `View`, которому передаются два параметра: имя представления (CSHTML-файла, в котором будет находиться HTML-компонент) и модель.

Представления компонентов могут располагаться в разных местах, и чтобы узнать их место, достаточно встроить вызов компонента (об этом чуть ниже) в страницу и запустить приложение. Когда .NET не сможет найти CSHTML-файл, он завершит работу с сообщением об ошибке, и в этом сообщении будут указаны пути, где фреймворк пытался найти представление. Разбор этого вы можете оставить себе в качестве домашнего задания, а я рекомендую располагать компоненты по следующему пути: Views/Shared/Components/*ИмяКомпонента*/*ИмяКомпонента*.cshtml.

В результате файлы будут хорошо сгруппированы по папочкам, и фреймворк сумеет работать с таким шаблоном. В нашем случае компонент называется `User`, а значит, путь будет такой: Views/Shared/Components/User/User.cshtml.

В представлении компонента можно писать такой же код, который мы писали в любом другом представлении. Для нашего примера я написал следующий:

```
@model MyWebSite.ViewModel.UserModel

@if (Model.IsLoggedIn)
{
    <text>Welcome: @Model.UserName</text>
}
```

```
else
{

    <text>Please login</text>
}
```

Вот теперь компонент можно считать законченным, и осталось только отобразить его на странице. Открываем шаблон _Layout и добавляем в него:

```
@await Component.InvokeAsync("User")
```

Таким образом, в месте, где мы хотим отобразить компонент, просто вызываем метод `Component.InvokeAsync`, а в качестве параметра указываем имя компонента. Поскольку в названии присутствует слово `Async`, значит, метод асинхронный, и нам нужно указать еще и `await`.

Можно запустить приложение и убедиться, что оно работает.

Есть еще один способ вызова компонента — он считается более современным, потому что использует тэги, и я бы рекомендовал использовать именно его:

```
<vc:user></vc:user>
```

Тэг `<vc:>`, видимо, означает `ViewComponent`. А после двоеточия указываем, какой именно компонент мы хотим отобразить.

Но если сейчас запустить сайт, то работать это не будет, потому что по умолчанию фреймворк может отображать только тэги, о которых он знает. Вариант с `Component.InvokeAsync` будет работать без дополнительных усилий, а вот для тэга нужен дополнительный шаг. Надо показать ему, что у нас есть свои компоненты, и для этого создайте в папке Views файл _ViewImports.cshtml. Мы уже знакомы с файлом _ViewStart.cshtml, в котором мы можем указать имя шаблона, а _ViewImports.cshtml — отличное место для того, чтобы указывать, какие пространства имен мы хотим подключить в свои представления, да и описание тэгов также будет круто прописать именно здесь. Итак, мы создали файл с таким именем и помещаем в него всего одну строку:

```
@addTagHelper *, MyWebSite
```

В нашем случае `MyWebSite` — это пространство имен моего приложения, и если вы посмотрите класс компонента, то он был именно в этом пространстве.

Все, можно запускать сайт, и теперь он должен сработать и с тэгами.

> ***Примечание***
>
> Исходный код примера к этому разделу можно найти в папке *Source\Chapter13\Component* сопровождающего книгу электронного архива (см. *приложение*).

13.10.5. Секции

Когда мы отображаем страницу, то все данные будут отображаться в месте, где в файле шаблона находится вызов `@RenderBody()`, и обычно это где-то в середине. А что, если мы хотим добавить на страницу какие-нибудь файлы JavaScript-

скриптов или изменить что-либо в заголовке страницы, в секции <head>. Компоненты не помогут, нужно реально иметь возможность вывода сразу в несколько мест на странице.

На помощь нам придет элемент @section. В файле шаблона с его помощью мы можем указать секции, в которые могут выводить информацию представления.

Популярным решением является секция скриптов, которая обычно находится внизу страницы, — давайте добавим ее в файл шаблона прямо перед закрывающимся тэгом </body>:

```
<!DOCTYPE html>
<html>
<body>
    <div style="background:#eee; font-size:200%; padding:30px">
        Logo
        @RenderSection("Head", required: false)
    </div>
    <div>
        @RenderBody()
    </div>
    <div style="background:#eee; padding:30px">
        Copyright: www.flenov.info
    </div>

    @RenderSection("Scripts", required: false)
</body>
</html>
```

У команды RenderSection есть два параметра: имя секции и указание на то, является ли секция обязательной.

На странице может быть более одной секции, каждая из них должна быть уникальной, и имя как раз задает эту уникальность. В приведенном примере создаются одна секция — Head и еще одна секция — Scripts.

Обе секции обозначены необязательными (false), а это значит, что представления не обязаны выводить в каждую из них какие-либо данные. Если секцию сделать обязательной, то представление обязано будет предоставить контент для секции, иначе произойдет ошибка.

Теперь посмотрим, как мы можем предоставить содержимое для этих секций в представлении на примере файла Razertest/Index.cshtml:

```
@section Scripts {
    <script type="text/javascript" src="~/scripts/cart.js"></script>
}

@section Head {
    <p>Этот текст отрисован в секции из представления</p>
}
```

После команды `@section` идет имя секции, контент которой мы хотим предоставить, а в фигурных скобках после этого записан уже сам контент.

Таким образом представление может одновременно выводить контент сразу в несколько мест в шаблоне.

> ***Примечание***
>
> Исходный код примера к этому разделу можно найти в папке *Source\Chapter13\Section* сопровождающего книгу электронного архива (см. *приложение*).

13.11. Работа с формами

До сих пор я старался использовать максимально простой код без украшений, но для работы с формами все же придется работать с более сложной разметкой. Если вы откроете код примера из соответствующей папки сопровождающего книгу электронного архива, то вы, скорее всего, увидите совершенно обновленную страницу.

Первым делом я подключил поддержку статичных файлов в файле Startup.cs:

```
app.UseStaticFiles();
```

Это необходимо, потому что я буду использовать отдельные CSS-файлы, и без подключения статичных файлов браузер не сможет загрузить такой файл.

В раздел `<head>` файла шаблона _Layout.cshtml я добавил подключение CSS-файла:

```
<head>
    <meta name="viewport" content="width=device-width" />
    <title>@ViewBag.Title</title>
    <link rel="stylesheet" href="/css/stylesheet.css"/>
</head>
```

Сам файл я приводить не буду, вы его без проблем сможете найти в папке Source\Chapter13\Forms\wwwroot\css\ сопровождающего книгу электронного архива. Описание стилей выходит за рамки этой книги.

В раздел `<header>` шаблона я добавил меню, которое позволит вам путешествовать по различным разделам примеров, которые были созданы в этой главе:

```
<header>
    <span class="menu">
        <a href="/Razortest/Index">Razer</a>
        <a href="/Razortest/List">Списки</a>
        <a href="/Login">Формы</a>
    </span>
</header>
```

Ну и последнее — я изменил метод `Index` в файле HomeController.cs, чтобы он возвращал представление. До сих пор он возвращал строку, поэтому шаблон на главной странице не работал. Теперь сайт выглядит чуть более элегантно — как показано на рис. 13.13 (да и сам этот номер элегантен, не правда ли?).

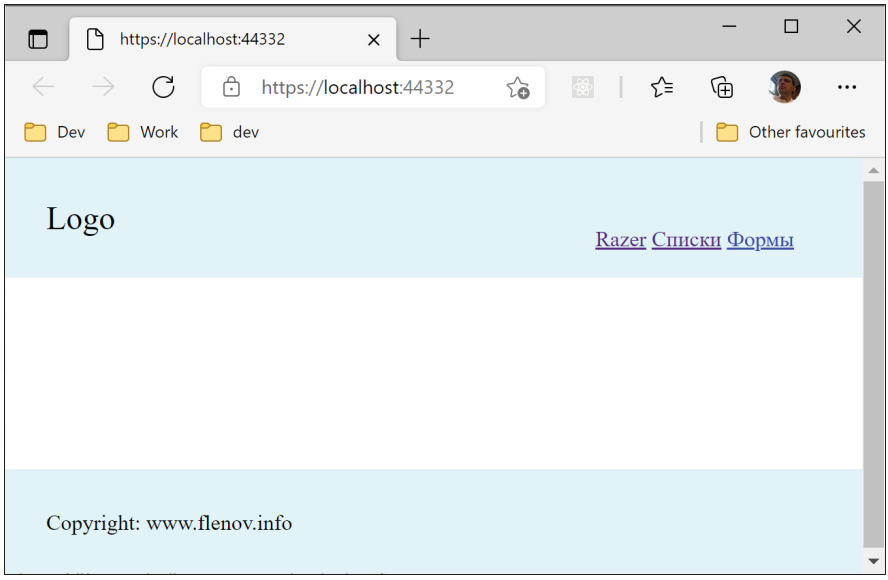


Рис. 13.13. Улучшенный вид сайта

Теперь начнем непосредственно знакомиться с формами, и сделаем это на примере формы для входа на сайт. Для входа на сайт обычно используют адрес E-mail и пароль. Эти данные где-то нужно хранить, и в .NET в таком случае надо создавать модель. Модель нужна представлению, а это значит, что нужна модель представления.

Итак, создаем в папке ViewModel новый файл с именем LoginModel.cs и классе этого файла описываем нужные нам данные:

```
namespace MyWebSite.ViewModel
{
    public class LoginModel
    {
        public string Email { get; set; }

        public string Password { get; set; }
    }
}
```

Затем создаем файл контроллера LoginController.cs со следующим содержимым:

```
using Microsoft.AspNetCore.Mvc;
using MyWebSite.ViewModel;

namespace MyWebSite.Controllers
{
    public class LoginController : Controller
    {
        [HttpGet]
```

```
        public IActionResult Index()
        {
            ViewBag.Title = "GET запрос";
            return View(new LoginModel());
        }
        [HttpPost]
        public IActionResult Index(LoginModel model)
        {
            ViewBag.Title = "POST запрос";
            return View(model);
        }
    }
}
```

Пока контроллер очень простой — здесь два метода `Index` с разными параметрами:

- первый метод будет вызываться, когда пользователь просто загрузит страницу. Если пользователь в первый раз обращается к /Login/Index, то никакая модель еще не нужна, поэтому в параметрах ничего нет. Зато при вызове представления мы будем передавать ему пустую новую модель `LoginModel`. Зачем это нужно?

  Допустим, что пользователь отправляет форму на сервер, и произошла ошибка. Очень часто форма отображает все те же данные и просит пользователя исправить ошибку и повторить попытку. Для этого представление должно иметь возможность отобразить данные из модели. Можно создать два представления: одно — с пустыми данными для первой загрузки, а второе — предназначенное получать модель с данными для отображения. А можно иметь только одно представление, просто в изначальном варианте будет содержаться пустая модель;

- второй метод `Index` будет вызываться, когда пользователь уже ввел данные и направил их на сервер с помощью метода `HttpPost`. В качестве параметра второй метод получает модель `LoginModel` с данными от пользователя, и их же мы будем отдавать обратно представлению для отображения.

Чтобы было наглядно, я в контроллере устанавливаю разные значения для заголовка страницы.

Теперь создаем файл представления Login/index.cshtml. Текст формы можно реализовать двумя способами: задействовать специальные инструкции платформы или использовать чистый HTML. Посмотрим сначала на вариант, который задействует специальные инструкции:

```
@model MyWebSite.ViewModel.LoginModel

@using (Html.BeginForm())
{
    <label>E-mail</label>
    @Html.TextBoxFor(m => @Model.Email)
    <br />
```

```
    <label>Password</label>
    @Html.PasswordFor(m => @Model.Password)
    <hr />
    <button>Войти</button>
}
```

Вначале мы подключаем модель, а потом используем метод `Html.BeginForm` для создания формы. Когда мы вызываем этот метод, то на самом деле на странице просто создается тэг `<form>`.

Затем создаем блок для ввода E-mail:

```
@Html.TextBoxFor(m => @Model.Email)
```

В этот момент на страницу будет выведен тэг `<input>` с именем `Email` и значением, которое находится в модели `Model.Email`:

```
<input type="text" name="Email" value="" />
```

Это все прекрасно работает для тех, кто предпочитает синтаксис C#. Но я не использую этот подход по двум причинам: я привык к чистому языку разметки HTML, и чистый HTML проще поддерживать в команде, где есть веб-программисты.

В больших командах за верстку (создание HTML-кода) отвечают веб-программисты. Они получают от дизайнеров макеты страниц и превращают их в HTML-код. Если у вас в команде применяется такое разделение труда, то, скорее всего, кто-то из веб-программистов передаст вам готовый HTML-код, который вы должны будете использовать в своей форме, и он может выглядеть так:

```
<form method="post" action="/login/index">
    <label>E-mail</label>
    <input type="text" name="Email" value="" />
    <br/>
    <label>Password</label>
    <input type="password" name="Password" value="" />
    <hr />
    <button>Войти</button>
</form>
```

Вы можете потратить свое время и переписать этот код с помощью помощников, которые, по задумке Microsoft, упрощают жизнь, но, на мой взгляд, это только усложняет поддержку. Намного проще максимально использовать HTML и внедрять Razer только там, где это необходимо, а в нашем случае достаточно лишь установить значения у элементов `<input>` и добавить в самом начале тип модели:

```
@model MyWebSite.ViewModel.LoginModel

<form method="post" action="/login/index">
    <label>E-mail</label>
    <input type="text" name="Email" value="@Model.Email" />
    <br/>
```

```
    <label>Password</label>
    <input type="password" name="Password" value="@Model.Password" />
    <hr />
    <button>Войти</button>
</form>
```

Здесь я максимально использую HTML-код, который в реальной работе мне мог дать веб-программист или верстальщик. Если возникнет проблема с разметкой, я могу дать этот код верстальщику, который поправит любые проблемы, а я буду заниматься своим делом — программировать.

Значит ли это, что я против помощников? Нет, я не против, и если вам удобно использовать методы `@Html`, то никто возражать не станет. И хотя в этой книге я прибегаю к чистому HTML только из личных предпочтений, тем не менее, как видите, показываю вам оба возможных варианта.

Если вы используете HTML, то очень важно давать правильные имена элементам управления — они должны соответствовать именам полей в модели. Когда пользователь будет направлять заполненную форму на сервер, то для каждого поля `input` в форме браузер создаст пару из имени и значения и направит на сервер уже эту информацию.

Как можно видеть из приведенного ранее кода, у меня на форме имеются два поля с именами: `Email` и `Password`. При этом на сервере мы ожидаем модель `LoginModel`, у которой тоже есть поля `Email` и `Password`. Так как имена совпадают, то на сервере фреймворк сможет заполнить их значениями.

Попробуем добавить к форме еще одно поле — `username`:

```
<input type="text" name="username" value="@Model.Email" />
```

Но у модели `LoginModel` нет поля с именем `username`, а значит, мы не сможем увидеть его через этот класс. Так что, работая с чистым HTML, единственное, о чем вам придется заботиться, — правильно именовать поля.

Попробуйте запустить приложение и нажать кнопку **Войти**. Очень сложно будет увидеть, что данные реально направились на сервер, и мы видим уже новую форму, просто с теми же параметрами, но небольшой блик прорисовки можно заметить. Вы можете увидеть разницу в заголовке страницы — ведь я даю в контроллере разные имена `ViewBag.Title`. Чтобы было еще нагляднее, этот заголовок можно вывести и в теле страницы:

```
<h1>@ViewBag.Title</h1>
```

> ***Примечание***
>
> Исходный код примера к этому разделу можно найти в папке *Source\Chapter13\Forms* сопровождающего книгу электронного архива (см. *приложение*).

13.12. Проверка данных

Когда пользователь отправляет форму на сервер, нам нужно иметь возможность проверить введенные им данные и убедиться, что предоставлена корректная информация. Пока еще мы можем загрузить нашу форму входа на сайт и сразу нажать кнопку **Войти**, даже не предоставляя E-mail и пароль (оставив эти поля пустыми).

Но мы должны иметь возможность проверить данные, и у фреймворка есть достаточно широкие возможности для автоматической проверки данных, которые можно определить с помощью атрибутов для полей модели.

Для формы входа на сайт оба предлагаемых к заполнению поля должны быть обязательными. Вот сначала и сделаем все поля обязательными, и для этого перед каждым поставим атрибут `[Required]`:

```
public class LoginModel
{
    [Required]
    public string Email { get; set; }

    [Required]
    public string Password { get; set; }
}
```

Что изменилось? Если сейчас запустить сайт и попробовать отправить пустую форму, то ничего не изменится. Неужели проверка не работает? Она работает, просто мы этого еще не видим. Нужно как-нибудь добавить отображение ошибок. Для этого в CSHTML-файле надо указать в том месте, где вы хотите увидеть сообщение об ошибке, вызов метода `Html.ValidationMessageFor`. Этому методу нужно указать в качестве параметра имя поля, для которого нужно выводить сообщение об ошибке. Для E-mail отображение ошибки будет выглядеть так:

```
@Html.ValidationMessageFor(m => m.Email)
```

Мы можем выводить сообщения об ошибках в нужным местах для каждого поля. А можно еще в определенном месте вывести все сообщения об ошибках сразу:

```
@Html.ValidationSummary()
```

Я обновил свое представление с учетом отображения ошибок следующим образом:

```
@model MyWebSite.ViewModel.LoginModel

<form method="post" action="/login/index">
    <h1>@ViewBag.Title</h1>
    @Html.ValidationSummary()
    <label>E-mail</label>
    <input type="text" name="Email" value="@Model.Email" />
    @Html.ValidationMessageFor(m => m.Email)
    <br />
```

```
        <label>Password</label>
        <input type="password" name="Password" value="@Model.Password" />
        @Html.ValidationMessageFor(m => m.Password)
        <hr />
        <button>Войти</button>
    </form>
```

Вот теперь, если запустить сайт и попытаться отправить форму без данных, то вы увидите на форме ошибку. Если на форме есть ошибка, то в этом месте будет добавлена HTML-строка (рис. 13.14):

```
<span class="field-validation-error" data-valmsg-for="Email" data-valmsg-
replace="true">The Email field is required.</span>
```

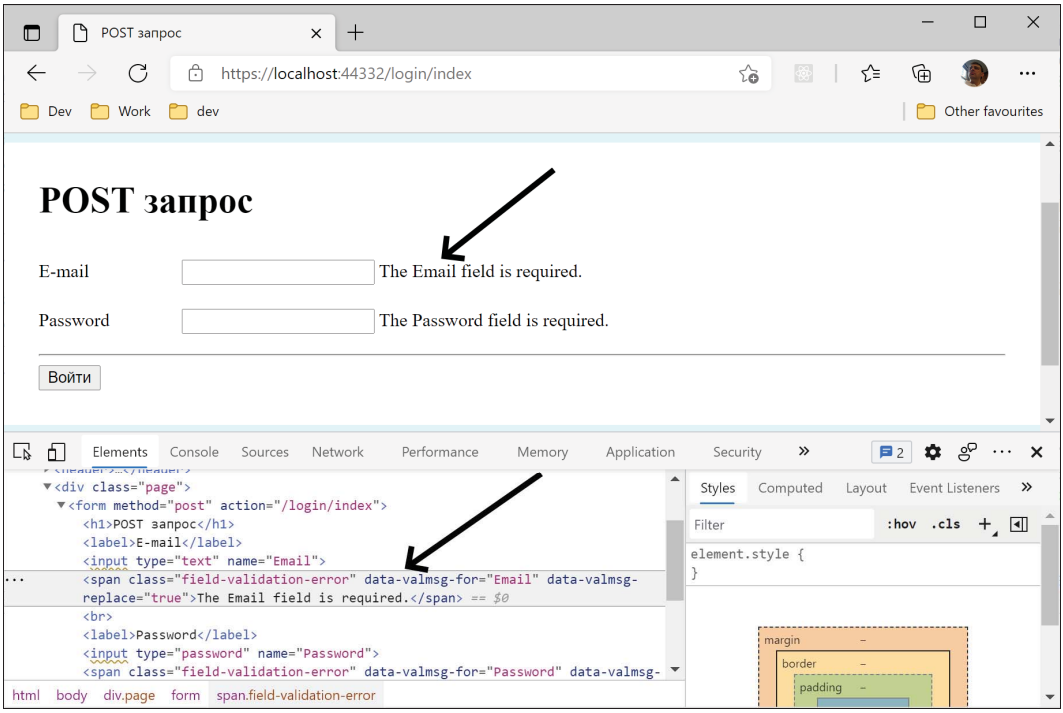


Рис. 13.14. Улучшенный вид сайта

Обратите внимание, какой класс у этого тэга: `field-validation-error`. Если вы хотите оформить эту ошибку с помощью CSS, то нужно использовать этот класс.

Отлично, теперь мы видим сообщение об ошибке, но она на английском, однако даже в Канаде при работе над сайтом для американского подразделения Sony у меня были проблемы с тем, что клиенту не нравились сообщения об ошибках по умолчанию, и он хотел их поменять. Не вопрос, это делается очень легко, мы можем указать нужное сообщение об ошибке в атрибуте:

```
[Required(ErrorMessage = "Email обязателен.")]
```

Теперь мы можем захотеть ограничить размер вводимых данных, и это можно сделать с помощью атрибута `MaxLength`, которому в скобках надо передать максимальное количество символов:

```
[MaxLength(30)]
```

И можно также указать еще и сообщение об ошибке:

```
[MaxLength(30, ErrorMessage = "Слишком много букв")]
```

В отношении адреса E-mail было бы неплохо еще убедиться, что сам E-mail корректный. Для этого можно использовать регулярные выражения:

```
[RegularExpression(@"^(?!\.)(""([^""\r\\]|\\[""\r\\])*""|" + @"([-a-z0-
9!#$%&'*+/=?^_`{|}~]|(?<!\.)\.)*)(?<!\.)" + @"@[a-z0-9][\w\.-]*[a-z0-9]\.
[a-z][a-z\.]*[a-z]$")]
```

Теперь мы сделали все основные проверки, и в коде контроллера, наверное, хотим задать логику: если все данные корректные, то выполнить такую-то операцию, если есть ошибки, то отобразить форму, чтобы пользователь исправил ошибку. Но если все проверки происходят автоматически, то как мы можем узнать, были ли ошибки?

Для этого у контроллера есть свойство `ModelState`, которое как раз и отражает состояние модели. Если `ModelState.IsValid` равно `true`, то все проверки прошли успешно.

Следующий пример метода контроллера показывает, как может быть реализована логика:

```
public IActionResult Index(LoginModel model)
{
    if (ModelState.IsValid)
    {
        return Redirect("/");
    }
    ViewBag.Title = "POST запрос";
    return View(model);
}
```

Здесь мы познакомились с новым методом: `Redirect`. Он возвращает `IActionResult`, который вынуждает браузер загрузить страницу, указанную в качестве параметра. В нашем случае в качестве параметра указана домашняя страница — т. е. если все указанное пользователем корректно, то мы переадресовываем пользователя на домашнюю страницу.

А что, если нужно делать какие-либо проверки, которые невозможно организовать с помощью встроенных атрибутов? Для формы входа на сайт нам, скорее всего, надо бы еще проверить, есть ли пользователь в базе данных и правилен ли его пароль. Так где это делать?

Нестандартные проверки можно сделать прямо в контроллере, но есть способ лучше. Если модель представления реализует интерфейс `IValidatableObject`, то, зна-

чит, у класса будет метод `Validate`, фреймворк вызовет его, и мы в нем сможем совершить дополнительные проверки:

```
public class LoginModel:IValidatableObject
{
    // здесь объявление полей Email и Password
    // . . .
    // . . .

    public IEnumerable<ValidationResult> Validate(
            ValidationContext validationContext)
    {
        if (Email != "test@email.com")
        {
            yield return new ValidationResult("Неизвестный пользователь",
                  new string[] { "Email" });
        }
        else if (Password != "pass")
        {
            yield return new ValidationResult("Неверный пароль",
                  new string[] { "Password" });
        }
    }
}
```

Метод `Validate` возвращает перечисление из ошибок, которые мы найдем. Сначала проверяется свойство `Email`, и если в нем находится что угодно, но не `test@email.com`, то возвращается сообщение об ошибке, что такой E-mail не найден. Поскольку мы еще не умеем работать с базами данных, то — ради примера — я проверяю здесь правильность ввода относительно жестко прописанного в коде адреса.

Для того чтобы вернуть, создается экземпляр класса `ValidationResult`, конструктор которого получает два параметра: сообщение об ошибке и список полей, которые мы посчитали неверными, чтобы ошибка отображалась рядом с полем, которое мы тут указали.

Таким образом в методе `Validate` мы можем реализовывать совершенно любую логику, никаких ограничений нет.

13.13. Работа с сессиями

Прежде чем мы сможем использовать в своем коде сессии, мы должны включить этот функционал, потому что, как вы уже заметили, в .NET Core/.NET 5 по умолчанию все отключено.

Возможности настраиваются и подключаются в файле Startup.cs. Здесь в методе `Configure` мы включим сессии, вызвав следующий метод:

```
app.UseSession();
```

Теперь в методе `ConfigureServices` нужно настроить сессию:

```
services.AddSession(options =>
{
    options.Cookie.Name = ".MyWebSite.Session";
    options.IdleTimeout = TimeSpan.FromMinutes(10);
    options.Cookie.HttpOnly = true;
    options.Cookie.IsEssential = true;
});
```

В принципе, все настройки можно оставить по умолчанию, но в реальной жизни иногда приходиться настраивать параметры сессии:

- `options.Cookie.Name` — это имя Cooke-параметра, к которому будет привязана сессия;
- `options.IdleTimeout` — сколько времени будет жить сессия;
- `options.Cookie.HttpOnly` — это необходимо, чтобы Cookie был доступен только на сервере, и JS доступа к нему не имел;
- `options.Cookie.IsEssential` — указывает на то, что параметр является важным, и без него работа приложения невозможна.

Я установил время жизни сессии в 10 минут — если пользователь не будет активен в течение этого времени, сессия будет уничтожена. Для таких сайтов, как социальные сети, можно держать сессию активной достаточно долго. А вот для банков или интернет-магазинов лучше закрывать сессию через какое-то время. Дело в том, что по умолчанию сессии живут, пока открыт браузер. Стоит закрыть браузер и открыть заново, все сессии будут сброшены. Но в последнее время пользователи не так часто закрывают браузер и могут держать вкладки открытыми очень долго. А в случае с мобильными браузерами на планшете у меня там регулярно есть открытые вкладки.

Итак, настройка завершена, теперь посмотрим, как можно сохранить в сессии какое-нибудь значение и потом отобразить.

У нас есть контроллер для входа на сайт, где мы проверяем имя и пароль, и если имя введено верно, то мы как бы авторизуем пользователя. Самый простой способ сохранить факт авторизации — использовать сессию, сохранив в ней какой-либо маркер, который будет говорить, что пользователь авторизован.

Для работы с сессией из контроллера есть свойство `HttpContext.Session`, но у него очень мало методов, и они неудобные. Если же мы подключим в файле пространство имен `Microsoft.AspNetCore.Http`:

```
using Microsoft.AspNetCore.Http;
```

то у объекта сессии появятся удобные для использования методы: `GetString` и `SetString`. Если модель корректная, то пользователь авторизовался и мы можем добавить в сессию параметр с помощью метода `SetString`:

```
public IActionResult Index(LoginModel model)
{
    if (ModelState.IsValid)
```

```
        {
            HttpContext.Session.SetString("username", model.Email);
            return Redirect("/");
        }
        ViewBag.Title = "POST запрос";
        return View(model);
    }
```

У нас есть возможность создавать несколько различных сессий с различными именами, и первый параметр у метода `SetString` — это как раз имя. Второй параметр — значение.

Сохранив E-mail, мы его сможем теперь отобразить на форме в шаблоне. А для этого использовать компоненты, которые рассматривали в *разд. 13.10.4*. Я просто скопировал сюда тот код и немного подправил код компонента:

```
public IViewComponentResult Invoke()
{
    string username = HttpContext.Session.GetString("username");
    var model = new UserModel()
    {
        IsLoggedIn = username != null,
        UserName = username
    };
    return View("User", model);
}
```

Здесь я пытаюсь прочитать значение сессии с именем `username` с помощью метода `HttpContext.Session.GetString`. Если у вас произойдет ошибка компиляции на этом методе, то вы, скорее всего, забыли подключить пространство имен `Microsoft.AspNetCore.Http`.

Попробуйте сейчас запустить сайт, использовать форму для входа и после входа открыть утилиты разработчика. В браузере Chrome для этого нажмите клавишу <F12> или комбинацию клавиш <Ctrl>+<Shift>+<I>, и должна открыться панель с различными вкладками. Перейдите на вкладку **Application** (Приложение), с левой стороны в разделе **Storage** выберите **Cookies**, и в открывшейся панели можно будет увидеть ваш сайт (рис. 13.15). Выберите этот сайт, в центре появятся все Cookie-значения и в нашем случае — это `.MyWebSite.Session`.

Рис. 13.15. Cookie-сессии

Зачем нужно Cookie-значение? Допустим, 100 человек обращаются к сайту — как сервер сможет различить каждого из них? Для сервера каждый запрос выглядит анонимным, и чтобы различить пользователей, каждому из них присваивается уникальное значение, которое сохраняется в Cookie, и сервер по этому значению может отличить одного пользователя от другого.

Примечание

Исходный код примера к этому разделу можно найти в папке *Source\Chapter13\Session* сопровождающего книгу электронного архива (см. *приложение*).

13.14. Cookie

Сессии — отличный способ хранить информацию на короткий срок, но после перезапуска браузера придется снова восстанавливать данные, а в случае с авторизацией придется каждый раз заходить на сайт.

Cookie же можно устанавливать так, чтобы они сохранялись в системе на долгое время и даже после перезапуска компьютера.

Чтобы установить Cookie, нужно добавить его в список Cookies-ответа. Ответ этот находится в свойстве `Response`:

```
Response.Cookies.Append("usercookie", model.Email,
        new CookieOptions()
        {
            Path = "/",
            Expires = DateTimeOffset.Now.AddDays(10)
        }
    );
```

Свойство `Response` — это класс `HttpResponse`, отвечающий за все, что мы хотим направить пользователю. Помимо текста страницы мы можем отправлять еще и Cookie-значения, которые будут говорить браузеру, что их нужно запомнить. При добавлении Cookie мы должны указать три параметра: имя, значение и параметры в виде объекта класса `CookieOptions`. Все эти параметры очень важны, потому что, если ничего не указать, то значение может работать неожиданным образом.

В параметрах обязательно следует указать путь, для которого действует значение. Например, указав `/`, мы сообщаем браузеру клиента, что он должен отправлять это значение нам всегда, когда пользователь обращается к сайту. Если указать определенную папку, то Cookie-значение будет отправляться только для этой папки, и это реально имеет смысл, потому что они будут отправляться с абсолютно каждым запросом. Чем больше вы значений добавляете, тем больше данных будет сопровождать каждый запрос от браузера к серверу.

Если какое-то значение нужно лишь в определенной области сайта, то имеет смысл ограничить Cookie только определенным URL.

Второй параметр — это время жизни Cookie. По умолчанию эти значения умирают после закрытия браузера, т. е. работают практически так же, как и сессии. Разница

только в том, что значения в сессии хранятся на сервере, — просто они привязаны к определенному Cookie уникальному значению, которое идентифицирует пользователя. А вот значение в Cookie хранится в самом Cookie и, как мы только что отмечали, будет отправляться серверу с каждым запросом, но умрет после завершения сессии.

Чтобы Cookie не умирало при закрытии браузера, а продолжало жить, надо указать время его жизни, поэтому параметр `Expires` также очень важен.

Когда сервер сохранил данные, мы можем их прочитать из свойства запроса `Request`. В этом свойстве хранится информация о том, что пользователь направляет на сервер.

Давайте прочитаем имя пользователя из Cookie:

```
if (HttpContext.Request.Cookies.ContainsKey("usercookie"))
{
   username = HttpContext.Request.Cookies["usercookie"];
}
```

Учитывая, что мы сейчас работаем с тестовым примером, я сохраняю имя в «чистом виде». В реальном приложении я никогда бы не советовал вам так делать, потому что пользователь может просмотреть Cookie-значения в браузере и даже изменить их. На рис 13.15 показано Cookie-значение сессии, и точно так же будут храниться и любые другие Cookie, которые вы будете создавать.

Никогда не сохраняйте ничего важного в Cookie и не доверяйте этим значениям — их пользователь может изменить.

Чтобы удалить Cookie, можно изменить время `Expires` так, чтобы его значение было уже устаревшим, или просто удалить его из списка:

```
[Route("Logout")]
public IActionResult Logout()
{
    Response.Cookies.Delete("usercookie");
    return Redirect("/");
}
```

Примечание

Исходный код примера к этому разделу можно найти в папке *Source\Chapter13\Cookie* сопровождающего книгу электронного архива (см. *приложение*).

13.15. Доступ к запросу

До сих пор мы использовали переменные и объекты, данные в которые попадают автоматически, потому что .NET пытается связывать переменные с параметрами по имени.

С другой стороны, мы уже познакомились с *запросом* — свойством контроллера `Request`, через которое мы можем получить доступ ко всей возможной информации

о запросе. Через это свойство мы обращались к Cookie-значениям, и здесь же присутствуют и все параметры, которые пользователь отправил на сервер.

Если форма направлена на сервер методом POST, то параметры будут записаны в `Request.Form`. Это список всех параметров — здесь найдутся и те, которые фреймворк смог назначить переменным, и те, которые не смог.

По возможности используйте автоматический процесс, но если есть какой-либо уникальный случай и автоматическое назначение значений использовать не получается, то к E-mail значению в отправленной на сервер форме можно обратиться так:

```
Request.Form["Email"].ToString()
```

Если запрос на сервер поступил методом GET, то параметры будут записаны в другое свойство — `Request.Query`.

Давайте сделаем так, чтобы при загрузке формы для входа на сайт, если в URL есть значение E-mail, использовалось по умолчанию оно:

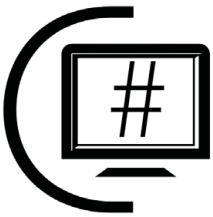
```
[HttpGet]
public IActionResult Index()
{
    var model = new LoginModel();
    model.Email = Request.Query.ContainsKey("Email") ?
         Request.Query["Email"] : "";
    ViewBag.Title = "GET запрос";
    return View(model);
}
```

Здесь логика простая: если в свойстве `Request.Query` есть параметр с именем `Email`, то использовать его. Иначе — пустую строку.

Теперь, если загрузить страницу `https://localhost:44332/Login?email=test@email.com`, то на форме в поле **E-mail** уже будет находиться указанный в качестве параметра `Email`.

> ***Примечание***
>
> Исходный код примера к этому разделу можно найти в папке *Source\Chapter13\Request* сопровождающего книгу электронного архива (см. *приложение*).

ГЛАВА 14



Управляемый код

Когда говорят о платформе .NET, то очень часто можно услышать словосочетание «управляемый код». Что это значит и чем это грозит?

За выполнение кода отвечает так называемая *общеязыковая исполняющая среда* (Common Language Runtime, CLR), которая предоставляет нам управление памятью, безопасность, оптимизацию и некоторые другие преимущества.

Безопасность заключается в том, что система следит за тем, как мы используем память, и коду не разрешается выходить за границы выделенной области. Если мы говорим, что в массиве будет 10 элементов, то можем обращаться только к 10 элементам, а попытки прочитать 11-й или 20-й элемент приведут к исключительной ситуации. Это и есть защита.

В C++ без защиты можно получить доступ к памяти за пределами выделенной памяти, и это стало причиной большого количества уязвимостей и взломов.

Однако управляемый код не достается бесплатно, и ради скорости иногда может потребоваться использовать прямой доступ к памяти.

В этой главе мы поговорим о памяти более подробно.

14.1. Ссылочные и значимые типа

В .NET есть типы ссылочные и значимые. К *ссылочным* типам относятся объекты, а к *значимым* — различные числа, перечисления и структуры.

Структуры (`struct`) *не* являются объектами, и это самое главное их от объектов отличие. Когда у вас есть объект, то переменная объекта — это как бы число, которое отображает адрес в памяти:

```
class Person {
  public string FirstName { get; set; }

  public string LastName { get; set; }
}
Person p;
```

При объявлении переменной типа объекта в стеке выделяется память под указатель на этот объект и этой переменной присваивается значение `null`. Чтобы начать использовать объект, надо вызвать оператор `new`, который выделит память, вернет адрес на эту память, а значение адреса будет записано в ячейку памяти в стеке:

```
void Foo() {
  Person p;
  p = new Person();
}
```

Здесь в первой строке в стеке выделяется память для хранения указателя, во второй строке оператор `new` выделяет память в куче, а в третьей — возвращает указатель на эту память, и этот указатель сохраняется в стеке в ячейке `p`.

Когда заканчивается выполнение метода `Foo`, то все данные, которые были помещены в стек внутри метода, очищаются. В этот момент удаляется ячейка памяти `p`, на объект, на который ссылалась переменная, уже никто более не ссылается, и выделенная в куче память может быть очищена, но это сделает сборщик мусора, а когда он это сделает, знает только .NET.

Управление памятью в .NET — весьма сложный процесс, но для начинающего программиста сказанного достаточно.

Структуры данных и другие значимые типы хранятся в стеке. Это очень важное различие, и разобравшись с ним, вы сможете понять, как сделать код более эффективным.

Структурам не нужно выделять память в куче, она выделяется в стеке:

```
struct Person {
  public string FirstName { get; set; }
  public string LastName { get; set; }
}
Person p;
```

Чем это нам грозит? Стек очищается на выходе, и нам уже не нужно ждать очистки кучи. С другой стороны, т. к. стек очищается после завершения работы с методом, теоретически это может привести в некоторых случаях к серьезным проблемам. Посмотрим на следующий код:

```
struct Person {
    public string FirstName { get; set; }
    public string LastName { get; set; }
    public override string ToString()
    {
        return FirstName + " " + LastName;
    }
}

class StructTest
{
    List people = new List();
```

```
        public void AddItem(string firstname, string lastname)
        {
            Person p = new Person();
            p.FirstName = firstname;
            p.LastName = lastname;
            people.Add(p);
        }

        public void Print()
        {
            foreach (var p in people)
                Console.WriteLine(p);
        }
    }
```

Обратите внимание, что у моей структуры `Person` есть метод, причем не просто метод, а `ToString`, который объявлен как `override`. Значит, структуры тоже происходят от `Object`? Не совсем... Они происходят от класса `ValueType`, а уже тот происходит от `Object`. И `ValueType` работает немного иначе, не совсем так, как объекты.

Итак, здесь у нас имеется структура `Person` и класс `StructTest`. У класса есть список для хранения людей `List<Person> people` и метод `AddItem` для добавления в список одной новой записи. Метод `AddItem` создает элемент структуры, добавляет ее в список и завершает работу. По завершении работы значение структуры должно уничтожиться из стека. Проверим?

```
StructTest test = new StructTest ();
test.AddItem("Mikhail", "Flenov");
test.Print();
Console.ReadLine();
```

Запустите этот пример и посмотрите в консоль — лично я вижу там:

```
Mikhail Flenov
```

А чем дело? Ведь по завершении `AddItem` память структуры должна быть уничтожена, и по идее мы не должны увидеть имени в консоли. Теоретически можно было бы увидеть ошибку доступа к памяти или пустое значение, но никак не реальные данные. Сборщика мусора стека нет, и на него грешить не получится. Вы скажете: «магия MS», или я вас обманул?

На самом деле все очень просто. Списки не умеют работать со значимыми данными как раз потому, что они в стеке. В список *нельзя* добавлять простые типы — такие как строки, числа или структуры в чистом виде. А чтобы это стало возможным, Microsoft придумала *упаковку* и *распаковку* (boxing и unboxing). Я уже упоминал эти термины относительно простых типов данных, таких как числа (см. *главы 2* и *5*), но мало, кто слышал, что они также работают и для структур данных.

Каждый раз, когда вы используете структуру в качестве объекта, фреймворк выделяет в куче память и копирует туда данные структуры. Таким образом, когда метод `AddItem` завершает работу, значение в стеке очищается, а в куче остается, именно

это значение находится в списке, и именно его мы видим. Хотите подтверждения? Попробуйте после добавления структуры в список изменить значение структуры:

```
public void AddItem(string firstname, string lastname)
{
   Person p = new Person();
   p.FirstName = firstname;
   p.LastName = lastname;
   people.Add(p);
   p.LastName = "Updated";
}
```

После добавления значения структуры в список я затираю свойство `LastName`, но при запуске приложения мы все еще видим:

```
Mikhail Flenov
```

Это потому, что при добавлении в список добавилась копия из кучи, а при попытке обновить значение мы изменили значение в стеке, которое потерялось при выходе из метода. Неупакованная и упакованные версии живут независимо, и это *очень важно* знать и понимать.

Попробуйте изменить структуру `Person` — сделать ее классом, и посмотрите на результат — на этот раз вы должны увидеть:

```
Mikhail Updated
```

Теперь мы создаем экземпляр класса, который будет инициализирован в куче. Именно это значение мы добавляем в список, а не копию, а значит, изменение класса затронет и значение в списке.

Кстати, я слышал такое заблуждение и не раз, что `int` — это значимое, а `Int32` — это объект. Что произойдет в результате выполнения следующего кода?

```
List numbers = new List();
Int32 number = 10;
numbers.Add(number);
Console.WriteLine(numbers[0]);
number = 12;
Console.WriteLine(numbers[0]);
```

Все очень просто — мы дважды увидим 10. Так как `Int32` — это структура, то память для нее будет выделена в стеке. При добавлении этого значения в список будет создана копия в куче, и именно она улетит в список, а попытка поменять `number` на `12` бесполезна, потому что мы меняем значение в стеке, а не в куче.

Еще одно важное отличие структур от классов в том, как происходит сравнение. Два класса равны, если переменные ссылаются на один и тот же объект в памяти. Например:

```
class Person {
    public string FirstName { get; set; }
    public string LastName { get; set; }
}
```

```
class Program {
    static void Main(string[] args)
    {
       Person p1 = new Person(){FirstName="Mikhail", LastName="Flenov"};
       Person p2 = new Person(){FirstName="Mikhail", LastName="Flenov"};
       Console.WriteLine(String.Format("p1 == p2 " + p1.Equals(p2)));
    }
}
```

В результате мы должны увидеть на экране `false`, потому что `p1` и `p2` — разные объекты, пусть и все поля у них одинаковые. Если изменить `Person` и вместо `class` использовать `struct`, то в результате мы увидим `true`, потому что при сравнении структур сравниваются все поля, и если они равны, то мы получаем истину, даже несмотря на то, что это разные структуры в памяти.

14.2. Интерфейс *IDisposable*

У C# есть одно очень большое преимущество, которое в то же время может стать недостатком при неправильном использовании, — автоматическая сборка мусора. Это прекрасно, что .NET может убирать за нами мусор и освобождать память из кучи, но о памяти все же нужно думать.

В классических Desktop-приложениях только один человек работает с приложением, и если какие-то ресурсы не освободить сразу же после использования, то особых проблем вы не заметите. В случае с Сетью один и тот же код используется тысячами людей одновременно, и тут нужно быть очень аккуратным.

Когда мы программируем веб-приложение, то веб-запросы в основном короткие, и наш код должен выполнять небольшую операцию и работать максимально быстро. И если не помогать сборщику мусора, то ресурсы сервера могут оставаться занятыми достаточно продолжительное время.

Первое, что становится серьезной проблемой для приложения, — это соединения с базой данных (о базах данных мы поговорим в *главе 15*). В .NET мы можем создать соединение `SqlConnection`, открыть его и не закрывать, потому что сборщик мусора .NET сделает все за нас. Я уже несколько раз видел веб-код, когда программисты так и поступали: они открывают соединение в одном месте, а используют в другом, и чтобы не открывать соединение дважды за один запрос, его открывают где-то в начале и не закрывают в надежде на то, что .NET сделает это самостоятельно. И это действительно так, потому что когда сборщик мусора будет чистить память, то он действительно закроет соединение.

Хорошо, вот открыли мы соединение с базой данных:

```
public ActionResult Index()
{
  SqlConnection connection = new SqlConnection();
  connection.Open();

  . . .
  . . .
```

```
    return View();
  }
```

В начале этого кода я создаю экземпляр класса `SqlConnection`, который отвечает за соединение с базой данных, после чего вызываю метод `Open` для открытия реального соединения.

Внимание, вопрос: когда будет закрыто соединение с базой данных? Да, оно будет закрыто системой, и мы можем не заботиться о ресурсах, но вот когда эти ресурсы будут освобождены? А фиг его знает... После выполнения этого кода соединение будет все еще открытым и занятым. Реальное освобождение ресурсов может произойти через минуту, а может, и через пять. Это значит, что на сервере может быть открыто большое количество ресурсов, запрещенных к использованию. Сервер не безграничен в количестве одновременно доступных соединений — тут все зависит от настроек, и когда вы дойдете до максимума, новое соединение открыть будет невозможно, и сайт «упадет» и будет «лежать» до тех пор, пока сборщик мусора не освободит неиспользуемые соединения.

Внимание, тут я ввел два очень важных термина: открытые и занятые соединения. Это два разных понятия. Давайте посмотрим на цикл жизни соединения. Когда вы впервые открываете (вызываете метод `Open`) объект `SqlConnection`, то .NET делает следующее:

1. Выделяет необходимые объекту ресурсы.
2. Устанавливает соединение с базой данных.

После этого соединение открыто и занято вашим объектом. Когда вы вызываете метод `Close` или `Dispose`, то .NET объект `SqlConnection` уничтожает, а открытое соединение остается «в живых» на некоторое время и находится в специальном пуле. То есть соединение все еще открыто, но оно свободно для использования и может быть привязано в любому другому объекту `SqlConnection`.

Теперь, если вы попытаетесь открыть новый объект `SqlConnection`, то .NET проверит пул на наличие уже открытых соединений с такой же строкой подключения. Если они есть, то будет создан новый объект, но новое физическое соединение с сервером устанавливаться не будет, а будет использовано существующее из пула. Таким образом экономится время на обмен приветственными сообщениями с базой данных, а объект `SqlConnection` практически мгновенно становится доступным к использованию.

Мне приходилось сопровождать сайт с миллионами пользователей, и у нас даже в часы пик количество одновременно открытых соединений с базой данных не превышало 600. А вне часов пик держалось на отметке в 200 соединений. Но вот недавно мы запускали небольшое обновление, и вне часов пик количество соединений взлетело до 1500, а в часы пик сайт «упал» из-за того, что в пуле не хватило свободного места. Мы увидели проблему только тогда, когда сайт стал недоступным из-за недостаточного количества соединений, — сразу после обновления както не проверили, сколько открытых соединений.

Проблема была всего в одном методе, в котором соединение открывалось, но явно не закрывалось. Из-за того, что вовремя ресурсы не освобождались, мы теряли ресурсы без особого смысла. Когда я нашел эту ошибку и исправил ее, количество соединений упало опять с более чем 1000 до 200.

Получается, нам нужно явно открывать и закрывать соединение с базой данных? Давайте посмотрим на следующий вариант логики приложения:

```
connection.Open();
...
...
connection.Close();
```

Между открытием и закрытием соединения здесь находится некий код. Допустим, что в этом коде произойдет ошибка, — тогда вызов метода `Close` не произойдет, и соединение не будет закрыто.

Может быть, надо отлавливать исключительные ситуации и закрывать соединение в блоке `finaly`, как показано в следующем примере?

```
try {
  connection.Open();
  ...
  ...
}
finally {
  connection.Close();
}
```

Такой код уже лучше, и он действительно может гарантировать, что в любом случае будет вызван метод `Close`.

Но есть способ еще лучше — если где-то нужно открывать ресурсы, всегда используйте конструкцию `using`:

```
public ActionResult Index()
{
  using (SqlConnection connection = new SqlConnection())
  {
   connection.Open();

   . . .
   . . .
  }

  return View();
}
```

В этом случае .NET будет знать, что соединение нам нужно только на период, пока мы находимся внутри блока `using`. Как только мы выходим за его пределы, платформа сразу видит, что этот ресурс нам не нужен и его можно освобождать. Вам не обязательно вызывать явно метод `Close` — достаточно просто использовать `using`.

А как узнать, где это нужно? В нашем случае мы рассмотрели пример соединения с базой данных. То же самое будет касаться и открытия файлов. Если открыть файл и не закрыть его, то он может остаться занятым и определенные операции с ним могут закончиться ошибкой.

Самый простой способ узнать, какой класс нужно использовать в `using`, — посмотреть на его объявление: если класс реализует интерфейс `IDisposable`, то его можно и даже нужно использовать вместе с `using`.

Интерфейс `IDisposable` объявляет всего один метод `Dispose()`, задача которого — подчищать ресурсы. Если вы явно открываете какие-то ресурсы (файл, базу данных, сетевое соединение и т. д.), то обязательно реализуйте интерфейс `IDisposable` и в методе `Dispose` освобождайте ресурсы. Интерфейс `IDisposable` позволит использовать ваш класс вместе с `using` и даст возможность сэкономить ресурсы.

14.3. Небезопасный код

Когда компания Microsoft впервые объявила о появлении .NET, я воспринял эту новость негативно, потому что решил, что компания просто хочет создать конкурента для Java. Я не знаю, так это или нет, но она создала хорошую платформу, и мне кажется, что основное ее назначение — не заменить Java, а заменить классическое программирование. Зачем это нужно? Мое мнение — ради безопасности и надежности кода.

Классические Win32-программы пишутся на неуправляемых языках. Это значит, что код программы выполняется непосредственно на процессоре, и ОС не может полностью контролировать, что делает программа. При плохом программировании неуправляемость приводит к множеству проблем, среди которых утечка памяти и сбои в работе программы и даже ОС. Конечно же, производителя ОС не устраивает такое положение дел, потому что при возникновении любой проблемы шишки летят именно в производителя ОС, а не программы.

Платформа .NET управляет выполняющимся кодом и может гарантировать, что мы никогда не выйдем за пределы массива или выделенной памяти. Она также гарантирует, что не произойдет утечка драгоценной памяти. Она в состоянии помочь нам создавать более надежный и безопасный код. Так почему бы не воспользоваться этими преимуществами? Лично я не хочу думать о том, когда нужно освобождать память, поэтому с удовольствием использую возможности платформы.

С другой стороны, управляемая среда может далеко не все. Платформа .NET состоит из множества классов, структур данных, констант и перечислений, но они все равно не могут покрыть все потребности программиста. Да, возможностей .NET Framework достаточно для написания, наверное, 99,999% программ, но бывают случаи, когда этих возможностей не хватает и приходится все же обращаться к ОС напрямую.

В моей практике я встречал два таких случая, когда мне пришлось обращаться к ОС напрямую: работа с файловой системой и работа с блоками памяти. В .NET есть

функции получения списка каталогов или файлов, но это далеко не все, что может понадобиться в реальной жизни. Я не нашел функций для получения нормального значка для файла, потому что метод получения картинки, доступный в классе `File`, возвращает не очень красивый результат. Может, я плохо искал, а может, компания решила не вводить эти классы намеренно, поскольку .NET должна быть межплатформенной, а эти функции специфичны для платформы.

Сейчас я хочу рассказать вам, как можно опуститься до уровня ОС и писать небезопасный код. Вы узнаете, что в C# в действительности есть даже указатели и ссылки, которые небезопасны, но иногда удобны и эффективны.

14.4. Разрешение небезопасного кода

Еще раз хочу заметить, что в большинстве случаев необходимости использовать возможности ОС или небезопасного кода — например, указателей, возникать не будет. Любая работа с указателями не контролируется платформой, потому что среда выполнения не может знать о ваших намерениях. И в этом случае ответственность за надежность кода ложится на разработчика. Подумайте десять раз и попробуйте сначала найти решение вашей проблемы с помощью классов и методов .NET. И только если решение не найдено, стоит обратиться к рекомендациям из этой главы.

По умолчанию использование небезопасного программирования запрещено, и любая попытка обратиться к указателю переменной приведет к ошибке компиляции. Чтобы разрешить небезопасный код, необходимо:

- если вы компилируете из командной строки, то использовать ключ `/unsafe`;
- при использовании Visual Studio войти в свойства проекта и в разделе **Build** установить флажок **Allow unsafe code** (Разрешить небезопасный код) (рис. 14.1).

Теперь, если вы хотите использовать где-то небезопасный код, его следует заключить в блок `unsafe`:

```
unsafe
{
  // здесь пишем небезопасный код
  ...
}
```

Если у вас в классе много небезопасного кода, то можно сделать весь класс небезопасным, поставив ключевое слово `unsafe` в объявление класса. Например:

```
unsafe public partial class Form1 : Form
{
  // методы класса
  ...
}
```

Теперь небезопасный код можно писать в любом методе класса формы `Form1`.

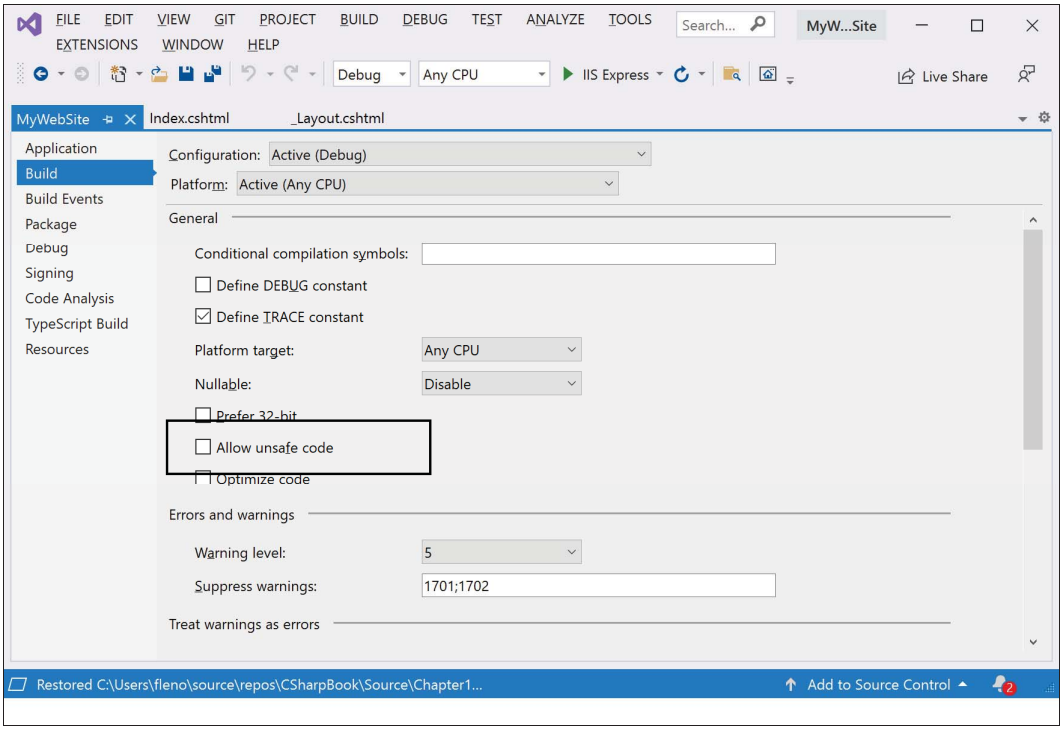


Рис. 14.1. Разрешение небезопасного кода

14.5. Указатели

Указатели — это переменные, которые указывают на какую-то область памяти. Они чем-то похожи на ссылочные переменные C#. Помните, мы говорили, что это переменные, которые являются ссылками на область памяти, в которой расположен объект. Указатель — почти то же самое. В чем же разница?

Когда мы работаем с указателем C#, то, обращаясь к нему, взаимодействуем непосредственно с объектом. Указатель — это как числовая переменная, и мы можем получить доступ непосредственно к адресу. Давайте увидим это на реальном примере. Но для того чтобы его написать, нужно научиться объявлять указатели и использовать их.

Чтобы переменную сделать указателем, надо после типа данных поставить символ звездочки:

```
int* point;
```

Эта строка объявляет переменную `point`, которая является указателем на число `int`. В этот момент в стеке выделяется память для хранения указателя на число типа `int`, но указатель ни на что не указывает, и память для числа `int` не выделена. Самый простой способ получить память — объявить управляемую переменную (не указа-

тель) и получить указатель на эту переменную. Для получения указателя используется символ &:

```
int index = 10;
unsafe
{
  int* point = &index;
}
```

Здесь мы сначала объявляем управляемую переменную типа int и сохраняем в ней число 10. В неуправляемом блоке объявляется переменная-указатель point, и ей присваивается адрес переменной index. Теперь переменная point указывает на память, в которой хранятся данные переменной index.

То, что переменная point является указателем, означает, что мы должны работать с ней по-другому. Если просто прочитать значение point, то мы увидим непосредственно адрес, по которому хранятся данные. Если вам нужны данные, на которые указывает переменная, то нужно поставить звездочку перед именем указателя *point. Давайте посмотрим на следующий интересный пример (листинг 14.1).

Листинг 14.1. Отображение значения и адреса переменной

```
int index = 10;
unsafe
{
  int* point = &index;

  // отображаем значение и адрес
  listBox1.Items.Add("Значение по указанному адресу: " + *point);
  listBox1.Items.Add("Адрес: " + (int)point);

  // увеличиваем адрес
  point++;

  // отображаем значение и адрес
  listBox1.Items.Add("Значение по указанному адресу: " + *point);
  listBox1.Items.Add("Адрес: " + (int)point);
}
```

Можете сразу же взглянуть на результат работы программы на моем компьютере — он показан на рис. 14.2. Начало примера уже знакомо нам, потому что мы просто объявляем управляемую переменную, а потом в блоке unsafe сохраняем указатель в переменной point.

Теперь начинается самое интересное — отображение. Сначала я добавляю в список ListBox (я его поместил на форму просто для того, чтобы где-то выводить текст) значение, на которое указывает указатель. Для этого перед point стоит звездочка. Как и ожидалось, значение оказалось равным 10. После этого отображаем саму

переменную, т. е. указатель. Для этого просто приводим значение указателя к типу `int`. У меня получилось, что число 10 расположено по адресу 101900436.

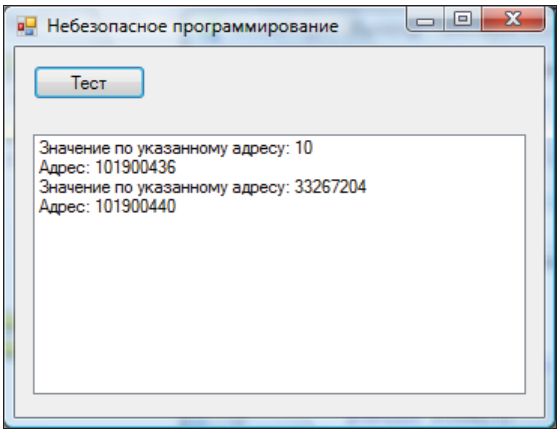


Рис. 14.2. Результат работы программы, приведенной в листинге 14.1

Далее еще интереснее — увеличиваем переменную `point` и снова выводим значение, на которое указывает `point`, и значение самого указателя. Значение, на которое указывает переменная, превратилось в бред. Вместо числа 11 (старое значение 10 + 1) вы можете увидеть все что угодно. Почему? Ответ кроется в значении указателя. Указатель увеличился ровно на 4. Почему на 4, а не на 1? Потому что у меня 32-битный компьютер и 32-битная ОС, в которой для адресации используются 32 бита, или 4 байта. Когда мы увеличиваем указатель на 1, то мы тем самым увеличиваем его на единичный размер адреса, который равен 4 байтам или просто четырем.

Получается, что с помощью увеличения указателя мы смогли прочитать значение, которое находится за пределами выделенной для нашей переменной области! Прочитать — это не так уж и страшно, потому что от этого страдает только результат работы программы (она может неправильно подсчитать значение). Наиболее страшным является изменение значения. Выйдя за пределы выделенной памяти, программа может попасть в область памяти, где находится критически важная информация или даже код программы. Если вместо кода программы записать строку: «Здравствуйте, я ваша тетя», то когда курсор выполнения программы дойдет до этого места, программу ждет крах.

А если удастся в память записать злой код и выполнить его, то это уже будет серьезная уязвимость.

В старых ОС Windows программы могли выйти за пределы выделенной памяти и испортить важные данные ОС, и тогда мы видели синий экран. Начиная с Windows XP, система защищает себя надежнее, и испортить структуры данных и память может только драйвер (по крайней мере так должно быть). Пользовательское приложение может убить только себя, но и это нехорошо, поэтому лучше не связываться с указателями, а использовать управляемый код.

Если вы хотите увеличить значение, которое расположено по адресу, на который указывает указатель, то нужно разыменовывать указатель и увеличивать уже его значение:

```
(*point)++;
```

Сложно? Я бы сказал, что не очень, но нас спасает и то, что с адресами приходится работать очень и очень редко.

А что, если переменная указывает на объект? Как получить доступ к полям такого объекта? Если объектная переменная является указателем, то для доступа к свойствам переменной нужно использовать символы ->. Например:

```
Point p = new Point();
Point* ptr = &p;
ptr->X = 10;
ptr->Y = 20;
listBox1.Items.Add("Значение X: " + ptr->X);
listBox1.Items.Add("Значение Y: " + ptr->Y);
```

Примечание

Исходный код примера к этому разделу можно найти в папке *Source\Chapter14\UnsafeProject* сопровождающего книгу электронного архива (см. *приложение*).

14.6. Память

А что делать, если мы хотим просто выделить память переменной-указателю без заведения отдельной переменной? Если нужен блок из динамической памяти, то лучше использовать функции выделения памяти самой ОС. Если же требуется хранить число или небольшой объем информации, то можно зарезервировать память в стеке. Мы рассмотрим сейчас второй вариант, потому что использование памяти, выделенной ОС Windows, — это отдельный и не очень короткий разговор.

Для выделения памяти в стеке служит ключевое слово `stackalloc`. Посмотрим на следующий очень интересный пример:

```
int[] managedarray = { 10, 20, 5, 2, 54, 9 };
int* array = stackalloc int[managedarray.Length];
for (int i = 0; i < managedarray.Length; i++)
{
  array[i] = managedarray[i];
  listBox1.Items.Add("Значение: " + array[i]);
}
```

В первой строке мы объявляем управляемый массив. Во второй строке объявляется переменная-указатель типа `int`, но для нее выделяется память в стеке как для массива чисел `int`. Это очень интересная особенность указателей. Теперь мы можем пробежаться по всем элементам управляемого массива и скопировать их значения в элементы неуправляемого массива. Обратите внимание, как мы обращаемся

к элементам неуправляемого массива, — просто указываем в квадратных скобках индекс нужного нам элемента.

А когда будет освобождена память, выделенная в стеке с помощью `stackalloc`? Стек автоматически чистится после выхода из метода, даже если в нем выделили память с помощью `stackalloc`. Так что в нашем случае утечки памяти не произойдет.

Работая с указателями в .NET, вы должны учитывать одну важную особенность переменных и указателей на них. Переменные .NET не имеют постоянного адреса. После сборки мусора переменные могут быть перемещены или уничтожены, если сборщик мусора посчитал, что переменная уже не нужна:

```
Point index = new Point();
unsafe
{
  Point* point = &index;
  // здесь множество кода
  ...

  // Здесь используем переменную point
  ...
}
```

Если между получением указателя и использованием значения проходит мало времени, то возможность возникновения указанной проблемы минимальна. Если же в этом промежутке достаточно много кода или там вызывается долгоиграющая функция, то существует вероятность, что в это время вызовется сборщик мусора, и вот тогда возникнут серьезные проблемы. Сборщик мусора может убрать неиспользуемую память и для более эффективного использования памяти уплотнить ее (произвести дефрагментацию), и тогда адрес переменной `index` изменится. Сборщик мусора может изменить адреса только управляемых переменных, но не указателей, а значит, `point` будет указывать на старое и некорректное положение переменной. Самое страшное, если в этой памяти сборщик мусора расположит данные другой переменной.

Как сделать так, чтобы не столкнуться с подобной проблемой? Нужно использовать ключевое слово `fixed`:

```
fixed (Point* point = &index;)
{
  // здесь гарантируется неприкосновенность
  // памяти переменной index
}
```

Фиксация наиболее чувствительна, если вы захотите получить доступ к массиву. Следующая попытка получить указатель на нулевой элемент массива будет неудачной:

```
int[] array = { 10, 20, 5, 2, 54, 9 };
int* arr_ptr = &array[0];
```

Компилятор выдаст ошибку, потому что нельзя получать доступ к нефиксированной динамической области памяти. Почему массивы так чувствительны, а простая переменная `int` не чувствительна? Потому что переменные простого типа располагаются в стеке, который не чистится сборщиком мусора. Массивы же выделяются в динамической памяти, поэтому их нужно фиксировать. Корректный пример работы с указателем на массив выглядит следующим образом:

```
int[] array = { 10, 20, 5, 2, 54, 9 };
fixed(int* arr_ptr = &array[0])
{
  for (int i = 0; i < array.Length; i++)
    listBox1.Items.Add("Значение: " + arr_ptr[i]);
}
```

При работе с указателями нам постоянно приходится работать с памятью напрямую, и желательно знать, сколько памяти выделено для определенной переменной. Для решения этой задачи можно использовать ключевое слово `sizeof`:

```
int intSize = sizeof(int);
```

Примечание

Исходный код примера к этому разделу можно найти в папке Source\Chapter14\ ArrayProject сопровождающего книгу электронного архива (см. приложение).

14.7. Системные функции

В тех случаях, когда возможностей .NET не хватает, мы можем задействовать возможности ОС. Я не буду перечислять эти ситуации, но хотелось бы подчеркнуть, что обращение к системе должно выполняться только в крайних случаях. Старайтесь все реализовывать на .NET, и вы получите действительно независимый от платформы код, который сможет выполняться на любой другой платформе, где реализован .NET Framework.

Единственный пример использования Win32-кода, который я вам приведу, — функции защиты программы. Код .NET Framework достаточно читабельный, и его очень легко превратить обратно в C#-код для взлома программы, поэтому реализовывать функции защиты на платформе .NET неэффективно. Функции защиты, проверки безопасности и т. д. можно реализовать на платформе Win32, которая сложнее для взлома, и преобразовать код обратно в текст программы намного труднее, если вообще возможно.

Для того чтобы использовать функцию Windows API, нужно сообщить системе, в какой динамической библиотеке ее искать и какие у нее параметры. Все разделяемые функции системы располагаются в динамических библиотеках с расширением dll. Точно так же вы можете вызывать любые функции из динамических библиотек сторонних производителей или собственные функции, написанные под платформу Win32.

Почему в отношении Windows API я говорю слово «функция», а не «метод», и чем они отличаются? Функция — это тот же метод, только он не принадлежит какому-то классу.

Давайте посмотрим, как можно использовать функцию Windows API на примере. Я рекомендую вам писать описание функций в отдельном модуле и создавать для этого отдельный класс. Следующий пример описывает Windows API-функцию `MoveWindow()`:

```
class Win32Iface
{
  [DllImport("User32.dll", CharSet = CharSet.Auto)]
  public static extern bool MoveWindow(IntPtr hWnd,
    int x, int y, int width, int height, bool repaint);
}
```

Сначала посмотрим на саму функцию и ее объявление. Обратите внимание, что она объявлена статичной. Мы же говорили, что функции — это те же методы, только не принадлежат классам, а значит, им не нужно выделять память. В каком классе вы объявите функцию, тоже не имеет значения. Можете дать классу такое же имя, как у динамической библиотеки, чтобы удобнее было сопровождать методы, если у вас будет обращение к множеству функций разных библиотек. А вот имена методов должны быть точно такими же, как и у внешних функций, потому что поиск будет выполняться по имени.

Функции Windows API описываются точно так же, как мы описывали абстрактные методы. Не нужно писать тело метода, потому что оно уже реализовано во внешнем хранилище.

В квадратных скобках перед объявлением метода с помощью метаданных мы должны дать компилятору информацию о том, где искать реализацию этого метода. Это делается в специальном атрибуте `DllImport`. Атрибуты схожи с методами, потому что принимают параметры в круглых скобках, но сами атрибуты описываются в квадратных скобках.

Так как атрибут `DllImport` описан в пространстве имен `System.Runtime.InteropServices`, не забудьте добавить его в начало модуля, иначе возникнут проблемы с компиляцией проекта. Атрибут принимает один обязательный параметр — имя динамической библиотеки, в которой находится реализация. Остальные параметры необязательны и пишутся в виде:

```
Имя_параметра = значение
```

В нашем случае я описал только один такой параметр:

```
CharSet = CharSet.Auto
```

Здесь параметру `CharSet` (набор символов) присваивается значение `CharSet.Auto`. Если вы точно знаете, что функция работает с Unicode-символами, то можно указать `CharSet.Unicode`.

Функция `MoveWindow()`, описанная нами здесь, является системной Win32-функцией, которая перемещает окно (описатель перемещаемого окна передается в пер-

вом параметре) в указанную позицию (параметры `x` и `y`) с указанным размером (`width` и `height`). Если последний параметр `repaint` равен `true`, то после перемещения окно должно быть перерисовано. Я не знаю внутренней реализации этой Windows API-функции, но подозреваю, что после перемещения окна, если последний параметр равен `true`, функция отправит окну сообщение о том, что ему нужно обновить содержимое (событие `WM_PAINT`).

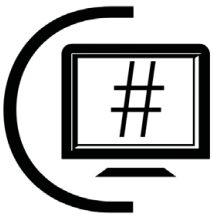
Теперь поместите на форму кнопку и напишите всего одну строку, чтобы вызвать по ее нажатии описанную ранее Windows API-функцию:

```
Win32Iface.MoveWindow(Handle, 1, 2, 600, 400, true);
```

В первом параметре передается свойство `Handle` окна, в котором хранится нужный нам описатель. В следующих параметрах я указал позицию и размеры окна, а через последний параметр попросил обновить содержимое. Попробуйте запустить пример и убедиться, что он работает, а окно перемещается. Но то, что это возможно, не значит, что так нужно делать. Для перемещения и изменения размеров окон желательно все же использовать свойства формы, т. е. родные возможности .NET Framework.

> ***Примечание***
>
> Исходный код примера к этому разделу можно найти в папке *Source\Chapter14 \AnimationWindow* сопровождающего книгу электронного архива (см. *приложение*).

ГЛАВА 15



Базы данных

Работа с базами данных, наверное, самая популярная и самая востребованная в программировании область. Знание баз данных нужно практически в любой области — при разработке настольных приложений, при создании Web-сайтов и даже в играх бывает необходимость хранить какую-то информацию в базе данных.

В моей профессиональной деятельности программиста чаще всего приходится работать именно с базами данных: от небольших таблиц до гигабайтных хранилищ. Базы данных бывают разные, но это не значит, что нам нужно знать их все до единой и уметь пользоваться их особенностями. Существует несколько технологий, которые обеспечивают доступ к разным серверам баз данных, не зависящим от производителя сервера. В .NET основной библиотекой для работы с базами данных является ADO.NET.

В начале этой главы мы потратим немного времени на достаточно низкоуровневое программирование, и может показаться, что работа с базой данных слишком сложная, но на самом деле есть несколько библиотек, которые делают программирование баз данных проще. Но прежде чем использовать такие библиотеки, лучше разобраться, как все работает на низком уровне.

В этой главе мы будем создавать множество классов, и, возможно, вам покажется все очень сложным, но я хочу показать здесь некоторые важные и полезные приемы, которые пригодятся в реальной работе. Если для предыдущих изданий я пытался сделать код как можно проще, то в 5-м издании я переписал всю главу заново и постарался на простых примерах показать, как делать еще и правильно.

15.1. Библиотека ADO.NET

Библиотека ADO.NET (Active Data Object .NET) — это набор классов, предназначенных для взаимодействия с различными хранилищами данных (базами данных). С помощью ее классов вы можете подключиться к серверу, сформировать и направить серверу запрос, получить результат и обработать его.

За подключение и непосредственную работу с базами данных отвечают поставщики данных. В .NET есть два поставщика данных: SQL Client .NET Data Provider и

OLE DB .NET Data Provider. Первый из них предназначен для работы только с базами данных Microsoft SQL Server. За счет узкой направленности на одну базу данных от одного производителя классы и код провайдера могут быть оптимизированы для максимально эффективной работы с сервером.

Компания Microsoft не стала создавать провайдеров для каждой отдельной базы данных, как для Microsoft SQL Server. Производители баз данных могут сами написать свои библиотеки для оптимизированного доступа к данным. Вместо специализированных под каждую базу данных провайдеров, компания Microsoft реализовала универсальный провайдер OLE DB .NET Data Provider, позволяющий подключиться к любой базе данных, для которой есть поставщик данных OLE DB. В настоящее время такие поставщики есть для большинства баз данных.

Так как Microsoft SQL Server имеет OLE DB-драйвер, то к этой базе можно подключаться с помощью любого из двух упомянутых провайдеров. Конечно же, SQL Client .NET Data Provider работает лучше, но OLE DB .NET Data Provider позволяет создавать универсальный код, который сможет работать с любыми базами данных.

Если нет особой необходимости поддерживать разные базы данных и у вас в настоящее время принято решение работать с MS SQL Server, то я, разумеется, рекомендую использовать классы, специализированные для MS SQL Server.

Чтобы разделить классы, они находятся в разных пространствах имен. Классы для работы с SQL Client .NET Data Provider — в пространстве имен `System.Data.SqlClient` и `Microsoft.Data.SqlClient`, а классы OLE DB .NET Data Provider — в `System.Data.OleDb`.

Почему для доступа к MS SQL Server предусмотрены два пространства имен? Первое пространство — `System.Data.SqlClient` — это старые классы, которые уже больше не будут обновляться, и вместо них Microsoft рекомендует использовать `Microsoft.Data.SqlClient`. Недавно у нас на работе обнаружился один странный баг, который приводил к исключительной ситуации, и, что интересно, простая замена пространства имен решила проблему, потому что в новом коде эту ошибку уже исправили.

В целом классы из пространств имен `System.Data.SqlClient` и `Microsoft.Data.SqlClient` работают одинаково, одинаково реализованы и все имена классов — простая замена пакета пространств имен и перекомпиляция позволят перейти на новую библиотеку.

В библиотеке имена классов `OleDb` различаются, но для удобства разработки классы обоих провайдеров реализованы схожим образом и наследуются от одного и того же базового класса. Это значит, что и методы работы с данными идентичны. Для перевода кода с одного провайдера на другого достаточно изменить только имя класса. Например, за подключение к базе данных в провайдере SQL Client отвечает класс `SQLConnection`, а в провайдере OLE DB — класс `OleDbConnection`. Оба они являются потомками класса `DBConnection`, который реализует одинаковые функции и объявляет методы, независимые от провайдера. Заменив имя класса `SQLConnection` на `OleDbConnection`, вы легко можете перейти с одного провайдера на другого.

Рассматривать оба интерфейса в одной книге — это лишняя трата времени, да и книга станет слишком толстой. Чтобы охватить максимально возможный материал и не потратить на это много бумаги, мы рассмотрим только современные классы MS SQL Server из пространства имен `Microsoft.Data.SqlClient`, потому что C#-программисты чаще всего в качестве базы данных используют MS SQL Server. Если вы будете использовать Oracle или другую базу, то простая замена `SQL` в имени класса на `OleDb`, скорее всего, решит проблемы.

Для работы с примерами в этой главе вам понадобиться MS SQL Server, который доступен для программистов бесплатно, просто во время установки нужно указать, что вы устанавливаете версию для программиста.

15.2. Строка подключения

Для соединения с базой данных служит класс `OleDbConnection`. Этому классу нужно указать с помощью строки подключения (Connection String) параметры подключения к базе данных. Из этой строки компонент узнает, где находится база данных, и какие параметры надо использовать для подключения и авторизации. Строку подключения можно написать самостоятельно вручную, а можно использовать встроенное в ADO окно создания строки.

Чтобы воспользоваться удобным окном создания строки подключения, создайте в любом месте на диске файл с расширением udl. Это можно сделать в Проводнике или в любом другом файловом менеджере. Имя файла и его расположение не имеют никакого значения, главное — это расширение. Попробуйте запустить созданный файл, и перед вами откроется диалоговое окно **Data Link Properties** (Свойства связи с данными) для редактирования строки подключения (рис. 15.1). Давайте рассмотрим его чуть поближе.

Для начала переключитесь на первую вкладку: **Privider** (Поставщик данных). Здесь поставщик данных — это не те поставщики, которых мы рассматривали в *разд. 15.1* (OLE DB и SQL Client), — на вкладке представлены драйверы, которые будут использоваться поставщиком данных .NET. Понимаю, запутанно, но попробую уточнить. Мы используем поставщики данных OLE DB и SQL Client в .NET для того, чтобы подключаться к базе данных и работать с данными. Эти поставщики .NET не могут, не умеют и не хотят работать с базой данных напрямую. И в соответствии с известным армейским заветом: «не можешь — научим, не хочешь — заставим», нам придется их учить. А вот учить можно с помощью поставщиков данных базы данных. Этими поставщиками на самом деле являются драйверы, которые реально умеют работать с СУБД и станут посредниками между базой данных и поставщиком данных .NET.

Так как мы будем использовать родные для SQL Server классы, выбираем **SQL Server Native Client**, нажимаем кнопку **Next** и переходим на вторую вкладку окна свойств связи с данными — **Connection** (Подключение) — для создания строки подключения. Ее содержимое зависит от используемой базы данных. В случае с подключением к базе данных это окно будет выглядеть, как показано на рис. 15.2.

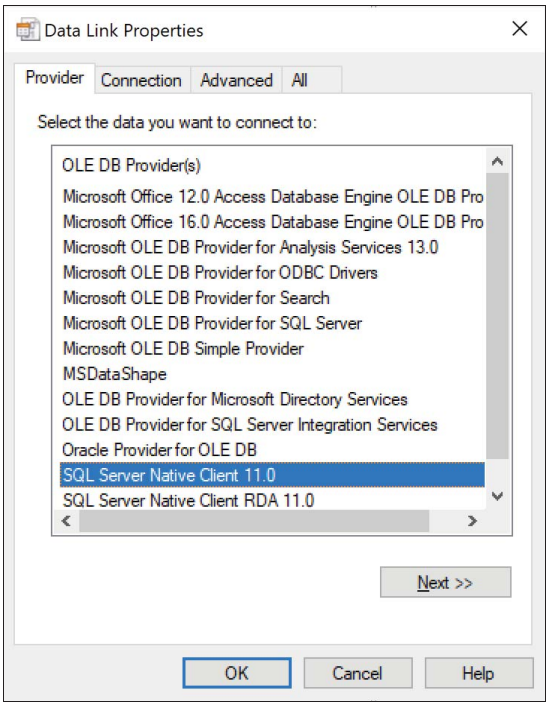


Рис. 15.1. Вкладка **Provider** окна **Data Link Properties** для выбора поставщика данных

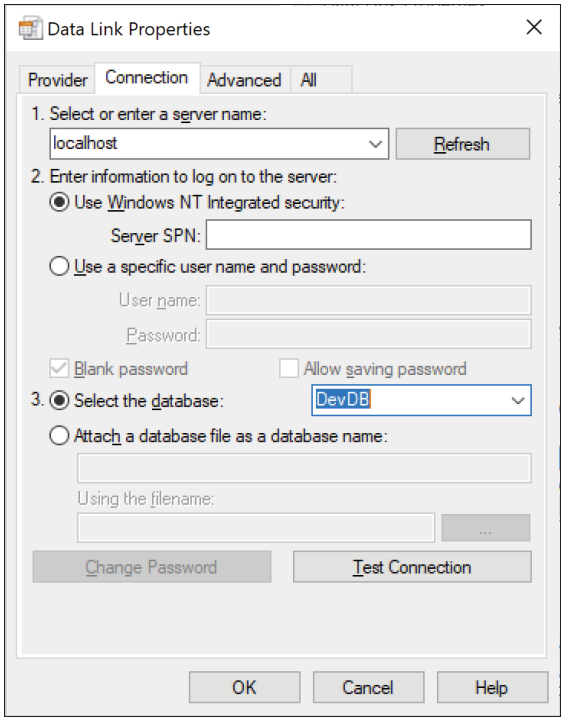


Рис. 15.2. Настройка подключения к базе данных

Здесь нужно выбирать имя сервера, пользователя, пароль и имя базы данных. Если вы используете сервер, установленный локально, то, скорее всего, в качестве имени сервера можно указать `localhost` и выбрать **Use Windows NT Integrated Security**.

Нажмите кнопку **OK**, чтобы сохранить строку подключения. Но куда? В файл, который вы создали. Откройте ваш файл с расширением `udl` с помощью любого текстового редактора — например, Блокнота. В моем случае содержимое файла оказалось следующим:

```
[oledb]
; Everything after this line is an OLE DB initstring
Provider=SQLNCLI11.1;Integrated Security=SSPI;Persist Security
Info=False;User ID="";Initial Catalog=DevDB;Data Source=localhost;Initial
File Name="";Server SPN=""
```

Первая строка представляет собой начало раздела, указывающее на то, что перед нами строка подключения OLE DB. Вторая строка — комментарий. На то, что это комментарий, указывает точка с запятой в начале строки. А вот третья строка — это сама строка подключения, которую можно один в один копировать в ваш код и использовать в программе.

Использование окна вида, показанного на рис. 15.2, очень удобно в случае подключения к базам данных OLE DB.

В случае же с MS SQL Server строка подключения может быть намного проще, если создавать ее вручную. Так, если мы хотим подключиться под текущим пользователем, то строка подключения будет выглядеть так:

```
Data Source=СЕРВЕР;Initial Catalog=БАЗА;Integrated Security=True
```

А если вы хотите использовать определенного пользователя, то так:

```
Data Source=СЕРВЕР;Initial Catalog=БАЗА;Integrated Security=False;
User Id=ИМЯ_ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ;Password=ПАРОЛЬ
```

Здесь:

- `СЕРВЕР` — адрес сервера, и при использовании локального компьютера это может быть `localhost`;
- `БАЗА` — имя базы данных на сервере;
- `ИМЯ_ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ` — имя пользователя базы данных;
- `ПАРОЛЬ` — само имя говорит, что это пароль.

15.3. Подключение к базе данных

В качестве основы для примеров этого приложения я воспользуюсь кодом сайта, который мы писали в *главе 13*. Откройте проект — продолжим его улучшать.

Прежде чем использовать код для работы с базой данных, нужно установить соответствующий пакет. В окне Проводника решения щелкните правой кнопкой мыши на **Dependencies** (Зависимости) и выберите **Manage NuGet Packages** (Управление

пакетами NuGet) — в основной области среды разработки должна появиться вкладка **Browse** (рис. 15.3).

Перейдите на вкладку **Browse** и в строку поиска введите `SqlClient`. Нам нужен будет именно `Microsoft.Sql.Client`. Выделите этот пакет, и справа должна появиться панель с выпадающим списком, где можно выбрать версию и увидеть список доступных классов. Нажмите кнопку **Install**, чтобы подключить пакет.

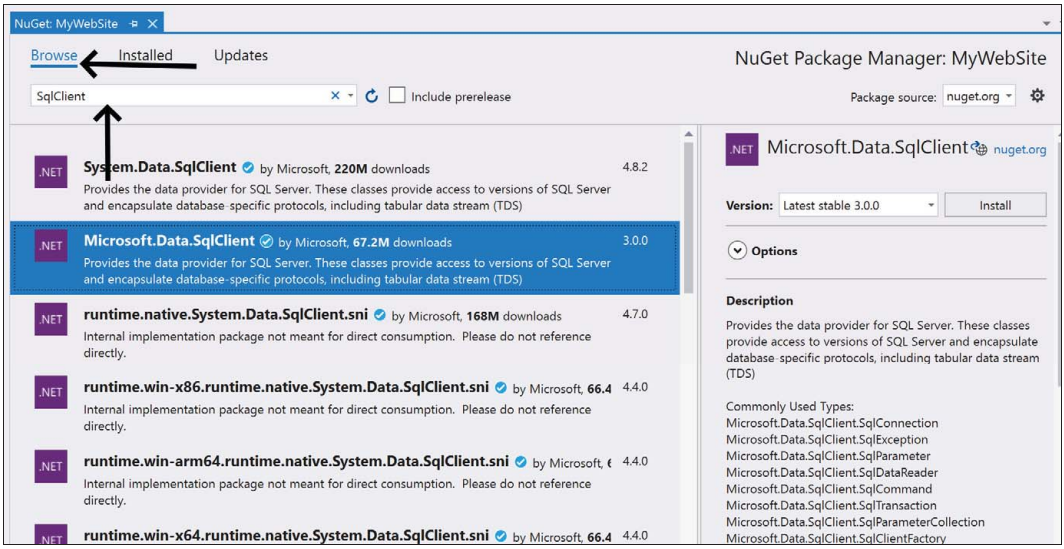


Рис. 15.3. Окно установки пакетов

Чтобы работать с провайдером OLE DB, нужно ввести `OleDb`, и в результате вы должны увидеть пакет `System.Data.OleDb`. Как я уже говорил, мы будем рассматривать только `Microsoft.Sql.Client`.

Что на самом деле произошло, когда мы подключили новый пакет? Откройте файл проекта или щелкните на имени проекта в Проводнике решения, чтобы увидеть исходный код:

```
<Project Sdk="Microsoft.NET.Sdk.Web">
  <PropertyGroup>
    <TargetFramework>net5.0</TargetFramework>
  </PropertyGroup>
  <ItemGroup>
    <PackageReference Include="Microsoft.Data.SqlClient" Version="3.0.0" />
  </ItemGroup>
</Project>
```

У нас появилась новая строка `PackageReference`, у которой атрибут `Include` указывает на пакет, который мы подключили, а атрибут `Version` — на версию. Вместо окна управления пакетами мы могли добавить эту строку вручную в файл проекта, и результат был бы тем же самым, но это происходит не всегда. Некоторые пакеты

могут делать дополнительные действия, а не только изменять файл проекта, да и с помощью окна управления пакетами удобнее искать нужный.

Если компилятор не может найти какой-то класс, то вы можете открыть окно управления пакетами, попробовать поискать по имени класса и найти отсутствующий пакет.

Итак, нужный пакет установлен, и нам теперь доступны классы для работы с базой данных. Чтобы обращаться с базой данных: получать данные или изменять их, нужно соединение, и за него отвечает класс `SqlConnection`. Самый простой способ создать это подключение — инициализировать объект такого класса и передать конструктору строку подключения:

```
SqlConnection connection = new SqlConnection(
   "Server=localhost;Database=testdb;Trusted_Connection=True;");
```

Этот код вполне рабочий, но использовать строку подключения прямо в коде — плохо. Очень часто программисты работают над кодом и держат базу данных локально на своем компьютере. Но в реальности на сайтах база данных и код приложения, как правило, находятся на разных компьютерах, и нужно иметь возможность изменить строку подключения в любой момент, чтобы указать другое расположение сервера базы данных.

Если же мы расположим конфигурацию прямо в коде, то без перекомпиляции приложения изменить строку подключения не получится. Чтобы можно было менять что-либо без перекомпиляции, мы должны поместить это в конфигурационный файл. И у веб-приложений такой файл есть — `appsettings.json` (мы с ним работали в *разд. 13.2*). Откройте этот файл и добавьте в него следующий код:

```
"ConnectionStrings": {
   "DefaultConnection":
      "Server=localhost;Database=testdb;Trusted_Connection=True;"
}
```

Строки подключения принято помещать в секцию `ConnectionStrings`. Вы можете просто создать параметр без секции, но тогда читать его придется как простой параметр. Если же мы поместим этот параметр в секцию `ConnectionStrings`, то сможем получить доступ к этой конфигурации через специализированный метод `GetConnectionString`, которому нужно передать имя параметра:

```
configuration.GetConnectionString("DefaultConnection");
```

Этот метод будет искать строку подключения с именем `DefaultConnection` в секции `ConnectionStrings`.

Отлично, теперь мы можем создавать соединение следующим способом:

```
SqlConnection connection = new SqlConnection(
   configuration.GetConnectionString("DefaultConnection"));
```

15.4. Инъекция зависимостей на примере подключений

Мы все ближе к реальному программированию... Инъекция зависимостей в *разд. 13.2* уже была вскользь упомянута, а теперь мы на практике познакомимся с этой темой — просто как раз созрел отличный пример, на котором можно ее рассмотреть.

Но сначала осталось еще немного отойти от конфигурации. Не очень хорошо, если мы каждый раз при обращении к базе данных будем явно создавать соединение. Лучше было бы уйти от этого и иметь какой-то способ, где мы будем говорить: дайте мне соединение с базой данных, и нам должно быть все равно, как оно создается и как работает.

Использование `SqlConnection` — это достаточно низкоуровневый подход, и чтобы каждый раз не создавать соединение в своем коде, я предпочитаю абстрагироваться от него с помощью специального класса. В *разд. 13.2* мы познакомились с инъекцией кода и узнали, что она достаточно широко используется в веб-программировании на C#, и вот настало время попрактиковаться в самостоятельном создании и использовании такой инъекции.

Для абстракции нам понадобится интерфейс `IDbConnection` и класс `DbConnection`, который реализует этот интерфейс. Файл для интерфейса создаем в папке Model/Interfaces, а файл для класса — в папке Model/Implementation. Структура моего проекта показана на рис. 15.4.

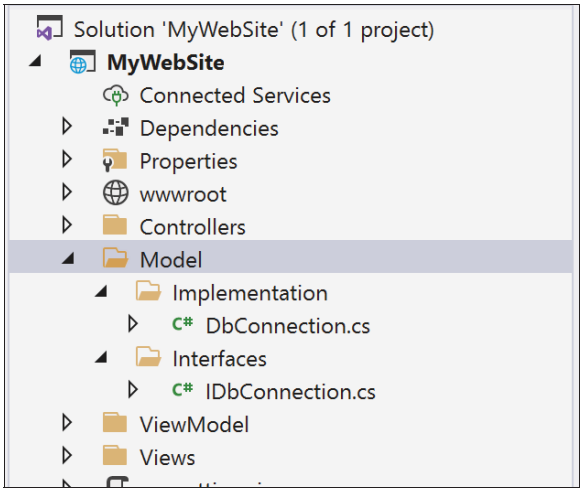


Рис. 15.4. Структура проекта

Код интерфейса простой — у него должен быть только один метод создания соединения:

```
using Microsoft.Data.SqlClient;

namespace MyWebSite.Model.Interfaces
```

```
{
    public interface IDbConnection
    {
        SqlConnection CreateConnection();
    }
}
```

Класс, который реализует этот интерфейс, может выглядеть так:

```
using Microsoft.Extensions.Configuration;
using Microsoft.Data.SqlClient;
using MyWebSite.Model.Interfaces;

namespace MyWebSite.Model.Implementation
{
  public class DbConnection : IDbConnection
  {
    IConfiguration configuration;
    public DbConnection(IConfiguration configuration) {
        this.configuration = configuration;
    }

    public SqlConnection CreateConnection() {
       SqlConnection connection new SqlConnection(
          configuration.GetConnectionString("DefaultConnection")
       );
      connection.Open();
      return connection;
    }
  }
}
```

Класс в качестве конструктора получает что-то, что реализует интерфейс `IConfiguration`. Метод `CreateConnection` создает соединение, используя строку подключения из конфигурации.

Когда мы смотрели на пример с конфигурационными файлами, то я говорил, что для работы с конфигурацией нужен интерфейс `IConfiguration`. Стоит только указать его в качестве параметра класса, и за счет инъекции кода фреймворк сам подставит класс, который реализует этот интерфейс.

Отлично, но как теперь создавать наш класс `DbConnection`? Конструктор класса получает `Iconfiguration`, а как нам инициализировать его, чтобы передавать конфигурацию:

```
IDbConnection connection = new DbConnection(...);
```

Для этого нам нужно иметь переменную типа `IConfiguration`, которую и передавать в этот конструктор.

Так как инъекция в основном происходит через конструкторы, что если мы создадим свой контроллер и у его конструктора скажем, что нам нужен экземпляр класса

IDbConnection? В следующем примере я создал новый контроллер DbTestController с конструктором, который принимает в качестве параметра IDbConnection. Как вы думаете, .NET сможет догадаться, что при создании контроллера нам нужно автоматически предоставить экземпляр класса, который реализует интерфейс IDbConnection, как показано в следующем коде?

```
using Microsoft.AspNetCore.Mvc;
using MyWebSite.Model.Interfaces;

namespace MyWebSite.Controllers
{
    public class DbTestController : Controller
    {
        IDbConnection db;
        public DbTestController(IDbConnection db)
        {
            this.db = db;
        }

        public string Index()
        {
            using (var connection = db.CreateConnection())
            {
                return connection.State.ToString();
            }
        }
    }
}
```

Пробуем обратиться к этому контроллеру через /dbtest/index, но, к сожалению, автоматическая инъекция не срабатывает, и этот код завершается ошибкой:

```
InvalidOperationException: Unable to resolve service for type
'MyWebSite.Model.Interfaces.IDbConnection' while attempting to activate
'MyWebSite.Controllers.DbTestController'.
```

Общий смысл этого сообщения об ошибке таков: Ошибка неверной операции, не могу определить сервис для типа MyWebSite.Model.Interfaces.IDbConnection во время попытки активации MyWebSite.Controllers.DbTestController.

Другими словами, когда активировался наш контроллер, фреймворк не смог определить, какой тип данных создать для интерфейса IDbConnection. Множество классов могут реализовывать этот интерфейс, и то, что по счастливой случайности у нас только один класс DbConnection, не дает фреймворку права что-то делать автоматически, — мы должны явно где-то сказать, что при попытке инициализации интерфейса IDbConnection требуется создавать экземпляр класса DbConnection.

Для встроенных типов, таких как конфигурация, это уже сделано за нас — Microsoft позаботилась о классах, которые сама написала. А о своих классах мы должны позаботиться самостоятельно.

Инъекция зависимостей в основном настраивается в методе `ConfigureServices` класса `Startup`:

```
public void ConfigureServices(IServiceCollection services)
{
  services.AddControllersWithViews();
  services.AddScoped<Model.Interfaces.IDbConnection,
      Model.Implementation.DbConnection>();
}
```

С помощью `services.AddScoped` я привязываю интерфейс `IDbConnection` к классу `DbConnection`. Вот теперь фреймворк знает, что если какой-то класс в конструкторе просит интерфейс `IDbConnection`, значит, для него нужно автоматически создать `DbConnection`.

Так что если сейчас запустить этот код и обратиться к /dbtest/index, то мы должны увидеть на странице надпись **Open**.

Но вернемся к классу контроллера. В методе `Index` у нас достаточно простой код:

```
using (var connection = db.CreateConnection())
{
    return connection.State.ToString();
}
```

Любой доступ к базе данных лучше писать только из модели (бизнес-логики), но мы сейчас просто тестируем и писать еще одну абстракцию пока не станем, а просто протестируем класс, который отвечает за подключение.

Тут стоит отметить два очень важных момента:

- мы теперь не должны думать о конфигурации, не должны думать, как создается строка соединения, — мы просто вызываем метод `CreateConnection()` и получаем готовый объект для работы с базой данных;
- мы используем ключевое слово `using` — чтобы убедиться, что соединение закроется по завершении работы с этим кодом.

> ***Примечание***
>
> Исходный код примера к этому разделу можно найти в папке *Source\Chapter15\Connection* сопровождающего книгу электронного архива (см. *приложение*).

15.5. Пул соединений

Открытие и закрытие соединений с базой данных — очень дорогое удовольствие с точки зрения производительности. В момент инициализации подключения клиенту требуется выполнить весьма много действий, скрытых от конечного пользователя. Может быть, открыть соединение один только раз и потом держать его постоянно открытым на протяжении всего времени выполнения программы? Это решение можно рассмотреть, но оно не всегда является идеальным.

Держать постоянно открытое соединение может быть накладно и для сервера. Простые серверы баз данных очень часто ограничены количеством одновременно поддерживаемых подключений. Нагрузка на серверы может влиять на определение нужного количества таких соединений в определенный момент: сейчас на сайте может быть пять пользователей, и достаточно даже одного подключения, которое будет использоваться по очереди, а через час на сайт может зайти тысяча посетителей, и нужно будет уже как минимум 100 подключений.

В случае с десктопными приложениями держать активное соединение совсем уж невыгодно. Например, пользователь выбрал данные для редактирования и открыл соответствующее окно. Он может держать это окно открытым полчаса или уйти на обед с запущенной программой, так зачем же держать соединение активным? Если у вас нет постоянного обмена данными с сервером, то все время держать активное подключение не имеет смысла.

Тут нужно заметить, что на активное подключение нет тайм-аута, по которому оно могло бы разрываться. Есть тайм-аут на процесс установки соединения, а если соединение уже установилось, то оно может быть активным неделями. Поэтому некоторые пользователи не закрывают программы. Да я и сам не выключаю программы и компьютер на работе, а просто гашу монитор и ухожу.

Если вы решили закрывать соединение сразу после обработки данных, то не стоит бояться, что произойдет сильное падение производительности при частом открытии/закрытии соединения с сервером баз данных. Основные потери происходят по двум статьям:

- *поиск сервера по имени*. Прежде чем соединиться с компьютером, программа должна найти его адрес. В Интернете по имени сервера ищется IP-адрес с помощью протокола DNS, а в локальных сетях соединение происходит по MAC-адресу, который ищется с помощью протокола ARP (Address Resolution Protocol, протокол определения адреса). После первой попытки соединиться информация об адресе сохраняется в кэше, поэтому последующие вызовы не тратят драгоценное время на повторное определение адреса;
- *непосредственная установка соединения и выделение ресурсов, необходимых для поддержки этого соединения*. Эта проблема легко решается с помощью пула соединений. Я даже скажу больше — она уже решена, и вам не нужно писать ни строчки кода. Дело в том, что каждый поставщик данных ADO.NET уже реализует пул.

Когда вы уничтожаете объекты класса `Connection`, то поставщик данных реально не закрывает соединение с базой данных. Объект помечается как неиспользуемый, и если в течение определенного времени клиент снова запросит подключение, то будет использоваться уже существующее соединение, которое было помечено как неиспользуемое. Таким образом, потери на открытие объекта `Connection` будут минимальными даже при очень частом соединении с сервером баз данных.

Если вы не хотите, чтобы подключение попадало в пул соединений драйвера, а решите сами сделать что-то подобное или вообще откажетесь от услуг кэширования

соединения, то об этом нужно сообщить драйверу через строку подключения. Для OLE DB-провайдера в строку подключения тогда нужно добавить параметр:

```
OLE DB Services=-4
```

А для подключения к SQL Server (класс `SqlConnection`) в строке подключения нужно указать параметр:

```
Pooling=false
```

15.6. Чтение данных из БД

Для выполнения команд используются объекты класса `OleDbCommand`. У конструктора нет параметров — достаточно просто проинициализировать объект значением по умолчанию. После этого в свойство `CommandText` надо поместить SQL-запрос, и можно его выполнять.

Для выполнения запросов существует несколько методов. Все зависит от того, какой результат вы хотите получить. Давайте начнем с чтения таблицы.

С помощью SQL Management Studio или любой другой программы для работы с MS SQL Server откройте из папки Source\Chapter15\ сопровождающего книгу электронного архива файл DBBackup.sql, который создает базу данных `testdb` и необходимую для этой книги структуру таблиц. Одна из таких таблиц там — это таблица `City`, состоящая из двух колонок: `CityID` и `CityName`.

Давайте создадим бизнес-модель, с помощью которой мы сможем работать с этой таблицей. Для начала создадим класс `City` из двух полей: `CityID` и `CityName` — как у базы данных:

```
namespace MyWebSite.Model.DataModel
{
    public class City
    {
        public int? CityId { get; set; }
        public string CityName { get; set; }
    }
}
```

Я поместил этот класс в отдельную папку и пространство имен `DataModel`.

Теперь создаем интерфейс `ICityProvider`, который описывает необходимый нам провайдер для доступа к данным. Пока в нем будет только один метод — `GetCities()`:

```
using System.Collections.Generic;
using MyWebSite.Model.DataModel;

namespace MyWebSite.Model.Interfaces
{
    public interface ICityProvider
```

```
    {
        Task<List<City>> GetCities();
    }
}
```

Ну и, наконец, сама реализация интерфейса будет выглядеть так:

```
public class CityProvider: ICityProvider
{
    IDbConnection connection;
    public CityProvider(IDbConnection connection)
    {
        this.connection = connection;
    }

    public async Task<List<City>> GetCities()
    {
        List<City> result = new List<City>();
        using (var connection = this.connection.CreateConnection())
        {
            SqlCommand command = connection.CreateCommand();
            command.CommandText = "select CityId, CityName from city";
            using (var reader = await command.ExecuteReaderAsync())
            {
                while (await reader.ReadAsync())
                {
                    result.Add(new City()
                    {
                        CityId = reader.GetInt32(0),
                        CityName = reader.GetString(1)
                    }) ; ;
                }
            }
        }
        return result;
    }
}
```

Рассмотрим этот код подробнее.

Провайдер `CityProvider` будет получать в качестве параметра конструктор класса для соединения с базой данных. Его мы получим автоматически через инъекцию кода.

Единственный метод `GetCities()` возвращает список городов. Здесь мы используем объект подключения к базе данных, чтобы открыть соединение с ней, и тут начинается самое интересное:

```
SqlCommand command = connection.CreateCommand();
command.CommandText = "select CityId, CityName from city";
```

У объекта подключения `SqlConnection` есть метод `CreateCommand`, возвращающий объект типа `SqlCommand`, через который мы можем обращаться к базе данных. Команду, которую мы хотим выполнить в базе данных, нужно поместить в свойство `CommandText`, — в моем случае это простой SQL-запрос выборки всех данных из таблицы `City`.

Указав команду, мы можем теперь ее выполнить, а у `SqlCommand` есть несколько методов для выполнения команд — в зависимости от того, какой результат мы хотим получить. В нашем случае это могут быть несколько записей, а для такого случая существует метод `ExecuteReader` или его асинхронная версия — `ExecuteReaderAsync`. Я в этом примере использую именно асинхронную версию, поэтому перед вызовом метода стоит `await`, а сам метод возвращает `async Task<>`. Это позволит процессору выполнять другие задачи, пока база данных не вернет результат нашего запроса.

В качестве результата методы `ExecuteReaderAsync` и `ExecuteReader` возвращают объект типа `SqlDataReader`, через который мы можем уже этот результат читать. Чтение очередной строки осуществляет метод `ReadAsync`. Поэтому здесь мы вызываем этот метод в цикле, где методы, которые начинаются с `Get`, в качестве параметра получают число — номер колонки из результата, которую мы хотим прочитать:

```
while (await reader.ReadAsync())
{
 // читаем поля через reader.GetXxxxx()
}
```

Мы читаем таблицу из двух колонок: `CityId` (число) и `CityName` (строка), и в зависимости от типа колонки должны выбирать соответствующий метод для чтения данных. Для чтения числа из цифровой колонки (`CityId`) я использую метод `GetInt32`, а для чтения строки — метод `GetString`. Разумеется, существуют методы для чтения всех типов данных, которые могут использоваться в базе данных.

Читая данные, я создаю новый экземпляр класса — `City` — и копирую в него данные.

Итак, если пробежаться по всем классам, которые задействованы в процессе:

- `SqlConnection` — отвечает за создание соединения с базой данных и создает команды `SqlCommand`, с помощью которых мы можем направлять на сервер SQL-запросы;
- `SqlCommand` — отвечает за запросы, которые будут направляться серверу;
- `SqlDataReader` — позволяет прочитать результат выполнения команды.

Если отказаться от асинхронности, то метод выглядел бы следующим образом:

```
public List<City> GetCities()
{
    List<City> result = new List<City>();
    using (var connection = this.connection.CreateConnection())
    {
        SqlCommand command = connection.CreateCommand();
        command.CommandText = "select * from city";
```

```
            using (var reader = command.ExecuteReader())
            {
                while (reader.Read())
                {
                    result.Add(new City()
                    {
                        CityId = reader.GetInt32(0),
                        CityName = reader.GetString(1)
                    }) ; ;
                }
            }
        }
        return result;
    }
```

Как видите изменений не так много: изменился тип возвращаемых данных — теперь это просто список, а не `Task`. В выделенных строках исчезло слово `await`, и у вызывающего метода исчезло в конце слово `Async`. Я все же рекомендую вам использовать асинхронную версию, потому что она лучше использует возможности компьютера.

И последний штрих перед тем, как перейти к контроллеру, — нужно подсказать фреймворку, как делать инъекцию для нашего класса:

```
services.AddScoped<Model.Interfaces.ICityProvider,
   Model.Implementation.CityProvider>();
```

Теперь создадим новый контроллер CityController.cs со следующим кодом:

```
public class CityController: Controller
{
    ICityProvider cityProvider;
    public CityController(ICityProvider cityProvider)
    {
        this.cityProvider = cityProvider;
    }

    public async Task<IActionResult> ListCities()
    {
        var result = await cityProvider.GetCities();
        return View(result);
    }
}
```

Контроллер получает в конструкторе экземпляр `ICityProvider` провайдера. Как видите, в этом коде вообще ничего нет, что касалось бы базы данных. Есть только интерфейс, который возвращает города, и контроллер совершенно ничего не знает о том, как провайдер получает и возвращает данные об этих городах.

Раз метод возвращает задачу, то мы должны обязательно использовать `await`, и контроллер тоже должен возвращать задачу, чтобы фреймворк мог корретно дождаться завершения работы.

Получив от провайдера города, я их передаю представлению, код которого выглядит так:

```
@model List<MyWebSite.Model.DataModel.City>

<div class="list">
    @foreach (var city in Model) {
        <div class="listitem">@city.CityName</div>
    }
</div>
```

15.7. Запросы с параметрами

В предыдущем разделе мы научились читать данные и выводить список всех городов. Допустим, мы теперь хотим создать форму для редактирования данных.

Давайте обновим представление и создадим две ссылки: — для редактирования города и для его удаления:

```
<div class="list">
    @foreach (var city in Model) {
    <div class="listitem">
        <span>@city.CityName</span>
        <span><a href="/City/Edit/@city.CityId">Редактировать</a></span>
        <span><a href="/City/Delete/@city.CityId">Удалить</a></span>
    </div>
    }
</div>
```

Начнем с редактирования — для него придется написать чуть больше кода, но будет интересно. Для редактирования мы станем вызывать URL `/City/Edit/@city.CityId`, а при использовании маршрутизации по умолчанию это значит, что нам надо создать метод `Edit` в контроллере `CityController`:

```
[HttpGet]
public async Task<IActionResult> Edit(int id)
{
    var result = await cityProvider.GetCity(id);
    return View(result);
}
```

До сих пор мы писали код, начиная с бизнес-логики, но на этот раз начнем с представления. Новый метод `Edit` задействует провайдер, который мы уже использовали, но на этот раз вызывает метод `GetCity` и передает методу идентификатор, который мы получили в качестве параметра. Если вы не знаете, откуда появился параметр `id`, вернитесь к *разд. 13.5*, где мы это рассматривали.

Сейчас этот код компилироваться не станет, потому что у провайдера нет такого метода, и его нужно добавить. Сначала добавляем объявление метода в интерфейсе:

```
public interface ICityProvider
{
    Task<List<City>> GetCities();
    Task<City> GetCity(int id);
}
```

Теперь посмотрим на реализацию метода у класса `CityProvider`:

```
public async Task<City> GetCity(int id)
{
    using (var connection = this.connection.CreateConnection())
    {
        SqlCommand command = connection.CreateCommand();
        command.CommandText = "select * from city where cityid = @id";
        SqlParameter parameter = new SqlParameter()
        {
            ParameterName = "@id",
            Value = id,
            SqlDbType = System.Data.SqlDbType.Int
        };
        command.Parameters.Add(parameter);
        using (SqlDataReader reader = await command.ExecuteReaderAsync())
        {
            if (reader.HasRows && await reader.ReadAsync())
            {
                return new City()
                {
                    CityId = reader.GetInt32(0),
                    CityName = reader.GetString(1)
                };
            }
        }
    }
    return new City();
}
```

Точно так же, как и при отображении всех городов, я создаю здесь соединение и новую команду. Первое различие появляется в SQL-запросе:

```
command.CommandText = "select * from city where cityid = @id";
```

Этот SQL-запрос выбирает все колонки из таблицы `city`, где колонка `cityid` равна параметру `@id`. Имена параметров — это как переменные внутри SQL–запросов, и их имена начинаются с символа `@`. Имея имя параметра, мы должны предоставить теперь значение.

Для описания параметра в C# есть класс `SqlParameter`, которому нужно указать как минимум два свойства:

- `ParameterName` — имя параметра, которое мы дали в запросе SQL, в нашем случае это `@id`;
- `Value` — значение.

Желательно еще указать и тип SqlDbType — в нашем случае это System.Data.SqlDbType.Int. Тип должен совпадать с тем, что реально используется в базе данных. Типы баз данных отличаются от тех, что мы используем в C#, и их можно найти в перечислении SqlDbType пространства имен System.Data. Если вы укажете тип данных не точно, то не исключено, что код еще будет работать, что может повлиять на производительность выполнения запроса на сервере:

```
SqlParameter parameter = new SqlParameter()
{
    ParameterName = "@id",
    Value = id,
    SqlDbType = System.Data.SqlDbType.Int
};
```

Имея переменную parameter, мы должны добавить ее в список параметров свойства Parameters SQL-команды:

```
command.Parameters.Add(parameter);
```

Мы знаем, что результатом должна быть только одна строка, если она будет найдена, или ни одной строки, если пользователь передаст неверный идентификатор. Но с точки зрения кода это все еще таблица из двух колонок и одной строки, поэтому мы вызываем уже знакомый ExecuteReaderAsync.

Далее небольшое различие — прежде чем читать данные, я проверяю, ожидаются ли хоть какие-то строки в результате выполнения запроса. Это можно сделать, если посмотреть на свойство HasRows класса SqlDataReader.

Остальное вам уже должно быть знакомо: мы читаем данные из результата и возвращаем экземпляр класса City с данными о найденном городе.

Осталось только создать представление для нового действия /city/edit. Я сделал максимально простую HTML-форму, которая отображает найденное название города в текстовом поле, а в скрытом поле с именем cityid будет прятаться ID редактируемого города:

```
@model MyWebSite.Model.DataModel.City

<div class="list">
    <form method="post">
        <input type="hidden" name="cityid" value="@Model.CityId" />

        <label>Город</label>
        <input name="CityName" value="@Model.CityName" />
        <button>Сохранить</button>
    </form>
</div>:
```

Эта форма умеет методом POST отправлять данные обратно на сервер. А в следующем разделе мы рассмотрим пример, как можно данные сохранить.

15.8. Редактирование данных

Здесь я приведу только код из провайдера, который непосредственно работает с базой данных. Остальной код попробуйте дописать сами, а если не получится, то можете использовать пример из папки Source\Chapter15\Connection\ сопрповождающего книгу электронного архива (см. *приложение*).

Для обновления данных мы можем использовать возможности SQL:

```
public async Task<bool> UpdateCity(City city)
{
    using (var connection = this.connection.CreateConnection())
    {
        SqlCommand command = connection.CreateCommand();
        command.CommandText =
          "update city set CityName = @cityname where cityid = @id";
        command.Parameters.AddWithValue("@id", city.CityId);
        command.Parameters.AddWithValue("@cityname", city.CityName);
        int rows = await command.ExecuteNonQueryAsync();
        return rows == 1;
    }
}
```

Как и в предыдущих случаях, я создаю соединение с базой данных, команду и добавляю SQL-запрос обновления данных. В тексте запроса вы можете увидеть два параметра: `@cityname` и `@id`.

В этот раз я решил параметры создать с помощью метода `AddWithValue`, которому нужно передать два параметра: имя SQL-параметра и его значение:

```
command.Parameters.AddWithValue("@id", city.CityId);
```

Тип указывать не нужно — его определят по типу переменной, которую мы передадим в качестве второго параметра. Свойство `CityId` имеет числовой тип, а значит, в SQL будет передаваться параметр в виде числа.

Теперь главный вопрос: как выполнить этот запрос? Он не возвращает никаких данных, поэтому `ExecuteReaderAsync` использовать нельзя. Вместо него есть другие варианты: `ExecuteNonQuery` и `ExecuteNonQueryAsync`. Первый вариант — это выполнение SQL, который не является запросом на получение данных, синхронно, а второй делает то же самое, но асинхронно.

15.9. Транзакции

Транзакции отличаются тем, что все изменения в базе данных, сделанные внутри одной транзакции, будут выполнены полностью или не выполнены совсем. Каждое изменение в базе данных выполняется внутри какой-то транзакции, но если нужно сгруппировать несколько обновлений, то тут следует явно начинать и завершать транзакции. Если во время выполнения запросов внутри транзакции произойдет ошибка, то все изменения транзакции будут отменены.

За транзакцию отвечает класс `SqlTransaction`. Создать экземпляр этого класса можно с помощью метода `BeginTransaction`.

У этого класса есть следующие методы, которые могут нам пригодиться:

- `Commit()` — сохранить изменения, сделанные внутри транзакции;
- `Rollback()` — отменить изменения, т. е. откатить транзакцию.

Давайте рассмотрим использование транзакций на реальном примере. В листинге 15.1 программа в транзакции пытается выполнить запрос добавления данных в таблицу, но изменения не сохраняются, потому что в самом конце происходит откат транзакции.

Листинг 15.1. Использование транзакции

```
SqlTransaction transation = connection.BeginTransaction();
SqlCommand command = connection.CreateCommand();
command.Transaction = transation;
command.CommandText =
   "update city set CityName = @cityname where cityid = @id";
command.Parameters.AddWithValue("@id", city.CityId);
command.Parameters.AddWithValue("@cityname", city.CityName);
int rows = await command.ExecuteNonQueryAsync();
transation.Commit();
```

Смысл метода — создать объект класса `SqlTransaction`. После этого мы создаем команду и назначаем команде транзакцию, установив ее в свойство `Transaction`.

Теперь у нас есть возможность запомнить данные или отменить изменения. Для этого примера изменения запоминаются с помощью `Commit`.

15.10. Библиотека Dapper

Взаимодействуя с базой данных через `SqlConnection` и `SqlCommand`, мы работаем на достаточно низком уровне, поэтому приходится выполнять много действий вручную, но такой подход позволяет достичь высокой производительности разработанных на его основе приложений.

Работая над сайтами с высокой нагрузкой, я нашел для себя идеальное сочетание скорости и удобства — библиотеку Dapper, которую написали создатели сайта Stackoverflow. Эта библиотека с открытым исходным кодом, и вы можете увидеть ее исходные коды на сайте **https://github.com/DapperLib/Dapper**.

Для работы с библиотекой нужно сначала подключить ее код через **Nuget package** или вручную. В первом случае в окне Проводника решения щелкаем правой кнопкой мыши на **Dependencies** и выбираем **Manage NuGet Packages**. На вкладке **Browse** ищем позицию **Dapper**, выделяем ее и в правой панели нажимаем кнопку **Install**.

В результате этих манипуляций в файле проекта *.csproj появилась новая строка:

```
<PackageReference Include="Dapper" Version="2.0.90" />
```

Вы могли бы записать туда эту строку вручную, и это был бы второй способ подключения библиотеки Dapper.

Помните, как много действий нам нужно было сделать, чтобы прочитать из базы данных все города. Мы должны были создать команду, потом читать данные из результата, для каждой строки создавать объект класса `City` и сохранять все это в массив.

Посмотрим, как это все делать с библиотекой Dapper. Открываем `CityProvider` и добавляем в самом начале пространство имен:

```
using Dapper;
```

Теперь у объекта `SqlConnection` появятся новые методы, имя которых начинается с `Query`. Методы не появятся, пока вы не подключите пространство имен, так что этот шаг обязателен.

Теперь посмотрим, как будет выглядеть метод `GetCities` с использованием Dapper:

```
public async Task<List<City>> GetCities()
{
    using (var connection = this.connection.CreateConnection())
    {
        var result = await connection.QueryAsync<City>(
             "select CityId, CityName from City");
        return result.ToList();
    }
}
```

Здесь мы вызываем метод `QueryAsync`, которому передается SQL-запрос, а в угловых скобках записывается класс, список которого мы хотим получить. Все — больше ничего делать не надо. После вызова `QueryAsync` мы получаем результат в виде `IEnumerable<City>`. Так как наш метод должен возвращать список, то я вынужден выполнить еще одну команду для превращения этого результата в список. Впрочем, можно было бы возвращать `Ienumerable`, и в реальном приложении я бы так и сделал.

Теперь посмотрим, как мы можем использовать запросы с параметрами и как бы выглядел при этом метод `GetCity`:

```
public async Task<City> GetCity(int id)
{
    using (var connection = this.connection.CreateConnection())
    {
        var result = await connection.QueryAsync<City>(
            "select CityId, CityName from City where CityId = @idparam",
            new { idparam = id });
        return result.FirstOrDefault();
    }
}
```

Параметры передаются в виде анонимного класса, где имя свойства — это имя параметра в запросе. Я переименовал имя параметра в запросе на `idparam`, чтобы оно отличалось от параметра, который мы получили в методе. И здесь мы снова привлекаем метод `QueryAsync`, который возвращает перечисление `IEnumerable`, но в этот раз с параметрами. Поскольку это перечисление, а нам нужен только один элемент, то я использую `FirstOrDefault` для получения первого элемента.

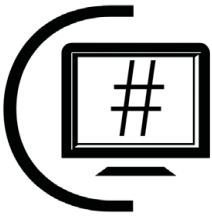
А в следующем примере мы используем другой метод из состава Dapper — `QueryFirstAsync`. Он сразу возвращает первый элемент из результата, и нам не нужно выполнять дополнительные действия:

```
public async Task<City> GetCity(int id)
{
   using (var connection = this.connection.CreateConnection())
   {
     return await connection.QueryFirstAsync<City>(
          "select CityId, CityName from City where CityId = @idparam ",
          new { idparam = id });
    }
}
```

Библиотека Dapper невероятно проста в использовании, делает код намного проще, и при этом скорость ее работы близка к прямому вызову API базы данных.

> ***Примечание***
>
> Исходный код примера к этому разделу можно найти в папке *Source\Chapter15\Dapper* сопровождающего книгу электронного архива (см. *приложение*).

ГЛАВА 16



Повторное использование кода

Все проекты, которые мы создавали до этого, состояли только из одной сборки. Конечно, когда весь код находится в одном файле, это очень удобно с точки зрения переносимости. Но с точки зрения удобства программирования и повторного использования кода такой подход накладывает серьезные ограничения.

Допустим, при создании определенной программы вы написали очень удобный и функциональный класс. Впоследствии выяснилось, что этот же класс оказался бы весьма полезным в другом приложении. Что делать? Можно включить исполняемые файлы в новый проект и создать новую исполняемую сборку, которая будет содержать необходимые нам классы и методы. Удобно? Нет. Это удобно только при первой компиляции. В реальной жизни такой подход приведет к проблемам, которые мы рассмотрим в *разд. 16.1*.

16.1. Библиотеки

Разделяемый между приложениями код нельзя писать в каждом приложении по отдельности, иначе это приводит к следующим проблемам:

- если иметь две версии исходных файлов, то при синхронизации изменений файлов первого проекта со вторым могут возникнуть проблемы. Этого можно избежать, если хранить только одну версию исходных файлов и не копировать их в каждый новый проект, но это не избавляет нас от остальных проблем;
- после внесения изменений в класс приходится перекомпилировать все проекты, которые используют указанные файлы с исходным кодом. Хорошего решения этой проблемы я не знаю. Можно использовать утилиты, автоматизирующие компиляцию сразу нескольких проектов, но доставка таких изменений пользователю сделает ваш проект слишком дорогим удовольствием. В случае с Web программированием можно использовать микросервисы.

Проблемы решают *библиотеки* кода `Class Library`, которые компилируются в сборки с расширением dll. Код из библиотек может загружаться другими сборками и выполняться в домене загружающего приложения. Одна и та же сборка биб-

лиотеки может быть загружена несколькими исполняемыми файлами одновременно, и каждая из них будет выполняться независимо.

Если вам понадобится внести изменения в код библиотеки, которые не затрагивают интерфейсы с внешними сборками, то достаточно лишь перекомпилировать библиотеку и обновить файл сборки библиотеки. Исполняемую сборку перекомпилировать не придется.

Библиотеки кода в .NET обладают одной очень интересной особенностью — они могут быть написаны на любом языке .NET и могут использоваться любым языком этой же платформы без каких-либо ограничений и проблем. На классической платформе Win32 очень часто возникали проблемы с совместимостью с кодом, написанным на разных языках. Например, языки Delphi и C++ по-разному работают со строками, а также по-разному передают параметры в процедуры, поэтому библиотеки, написанные на Delphi, не так легко использовать в приложении на C++.

В .NET все унифицировано. И даже больше. Вы можете создавать потомков от классов, объявленных в библиотеках, и не обращать внимания на язык, на котором был написан предок. Это значит, что класс предка может быть написан на Visual Basic .NET, а потомок — на C#, и наоборот. Это очень мощная возможность платформы, потому что теперь программисты, использующие разные языки программирования, могут работать совместно.

В случае с веб-программированием библиотеки позволяют еще больше разделить бизнес-логику и код, который отвечает за генерирование страниц. Только в небольших проектах программисты размещают код работы с базой данных и логику приложения в один проект с контроллерами и представлениями. Во всех больших проектах, в которых мне довелось участвовать, бизнес-логика обязательно располагалась в отдельном проекте — библиотеке. А модели представления необходимы именно представлению, и они остаются в веб-проекте.

16.2. Создание библиотеки

Возьмем проект, который мы создавали в *главе 15*, и выделим бизнес-логику в отдельную библиотеку. Для начала нам нужно подправить проект, потому что в нем файл решения MyWebSite.sln и файл проекта MyWebSite.csproj находятся в одной и той же папке. Это плохо и неудобно, если работать больше, чем с одним проектом.

Чтобы сделать все правильно, создадим новую папку Project. Скопируем в эту папку только файл MyWebSite.sln. Затем создадим папку Project/Web и в нее скопируем все остальные файлы. Новая структура решения показана на рис. 16.1.

Если сейчас попытаться открыть решение, то произойдет ошибка загрузки проекта, потому что Visual Studio будет искать файл проекта в предыдущем текущем каталоге, а не в подкаталоге Web. Это нужно исправить.

Откройте файл MyWebSite.sln в любом текстовом редакторе. Там у меня на шестой строке прописано подключение проекта к решению:

```
Project("{FAE04EC0-301F-11D3-BF4B-00C04F79EFBC}") = "MyWebSite",
"MyWebSite.csproj", "{39CA11CD-53DF-4D8C-B3D1-882BC5AE4F0F}"
```

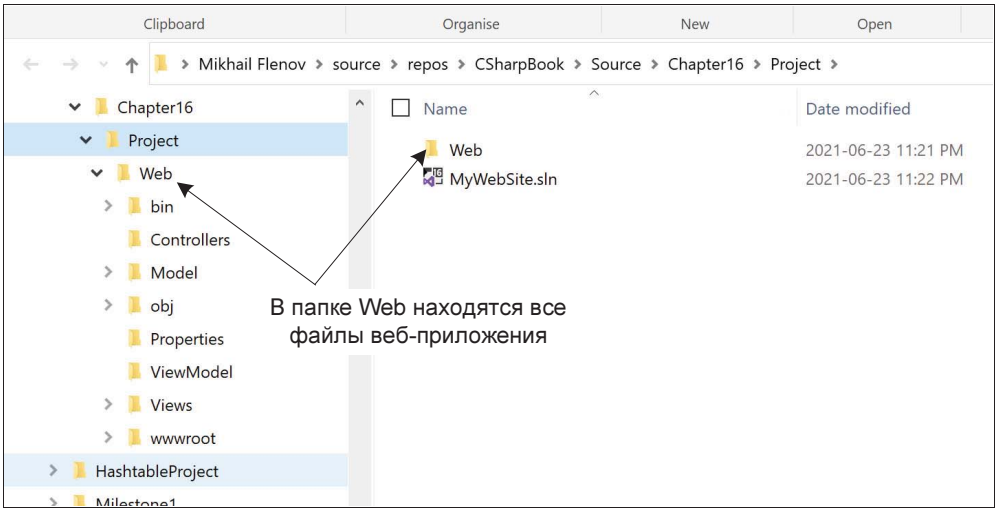


Рис. 16.1. Структура решения

Добавьте перед именем проекта имя папки `web`:

```
Project("{FAE04EC0-301F-11D3-BF4B-00C04F79EFBC}") = "MyWebSite",
"web/MyWebSite.csproj", "{39CA11CD-53DF-4D8C-B3D1-882BC5AE4F0F}"
```

Вот теперь можно открывать решение, как мы делали это и раньше, и оно должно без проблем открыться.

Перейдем теперь к созданию библиотеки. Для этого щелкните правой кнопкой мыши на имени решения в Проводнике решения и выберите **Add | New Project**. Здесь нужно найти шаблон **Class Library**. Чтобы проще было его отыскать, в третьем выпадающем списке выберите **Library** (рис. 16.2).

На следующем шаге надо выбрать имя библиотеки и ее расположение. По умолчанию расположение должно быть таким же, как и у решения, а в качестве имени библиотеки введем `MyWebSite.Engine`. На последнем шаге выбираем платформу, для которой будет создана библиотека.

После создания проекта шаблон добавит в структуру один файл — Class1.cs. Он нам не нужен, и его можно удалить. Это просто пустой файл для кода, в котором разработчики MS предлагают нам начать писать свой код.

Теперь выделите все папки внутри папки Model вашего основного приложения (у меня там DataModel, Implementation и Interfaces) и перетащите их в новый проект (рис. 16.3). Это можно сделать в Проводнике решения или в любой программе работы с файлами. Если воспользоваться Проводником решения, то файлы будут скопированы и у нас образуются две копии одного и того же кода, хотя нам нужна только одна его копия. Так что после копирования папок следует удалить всю папку Model.

Если теперь запустить компиляцию, произойдет ошибка, потому что пространство имен `Model` не найдено (рис. 16.4). То есть проект `MyWebSite` не может быть скомпилирован, потому что мы убрали часть кода в отдельную библиотеку.

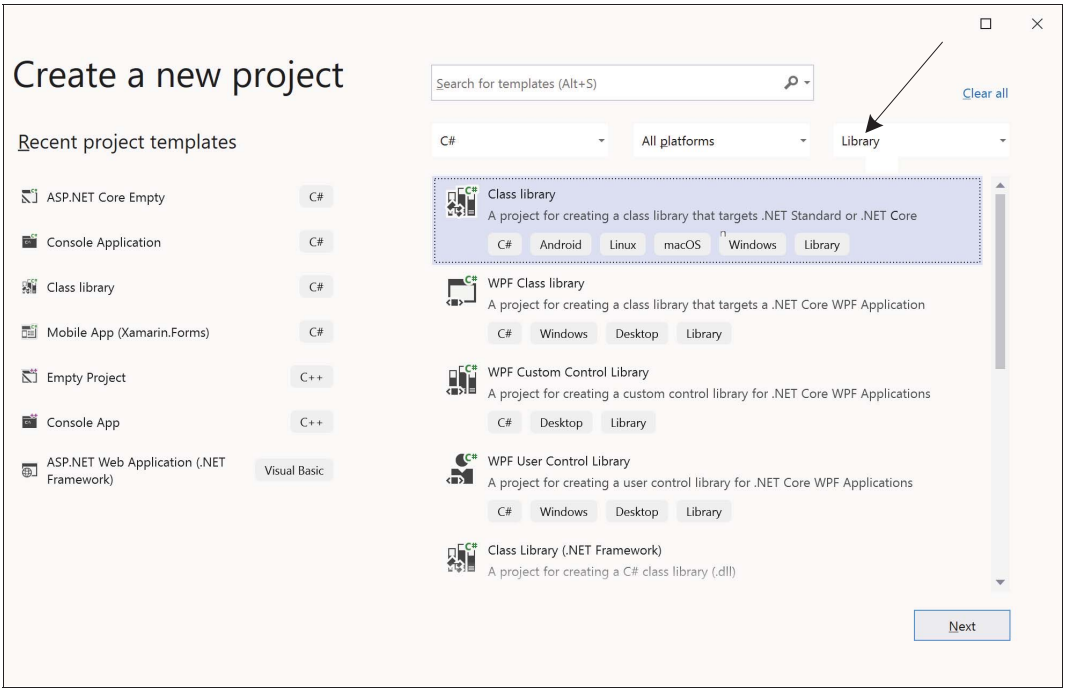


Рис. 16.2. Создание библиотеки

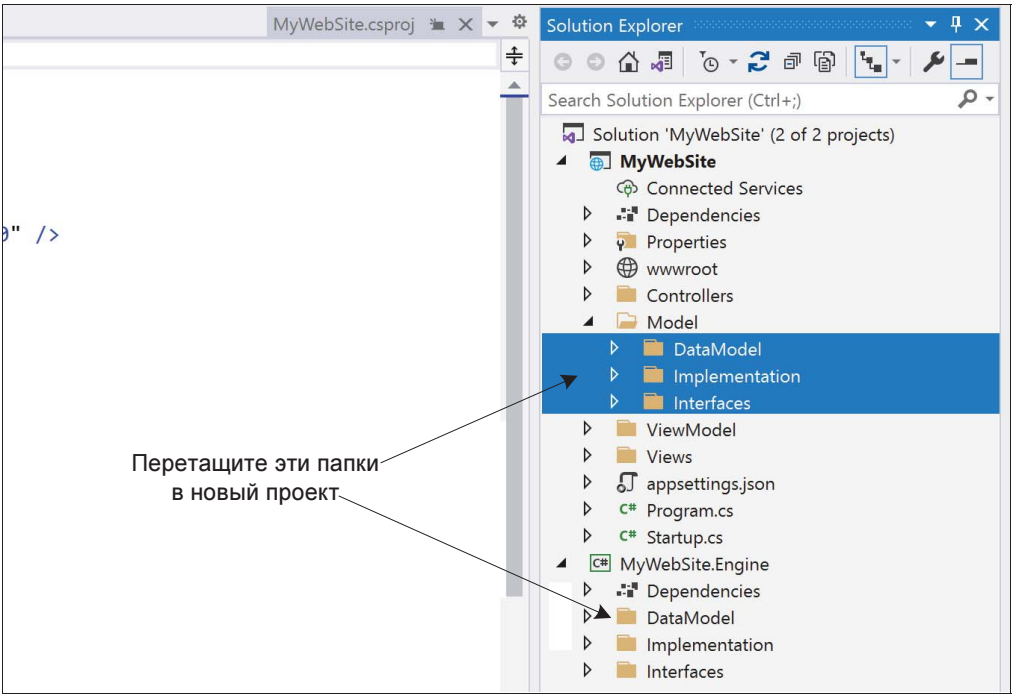


Рис. 16.3. Перетаскиваем файлы из основного проекта в библиотеку

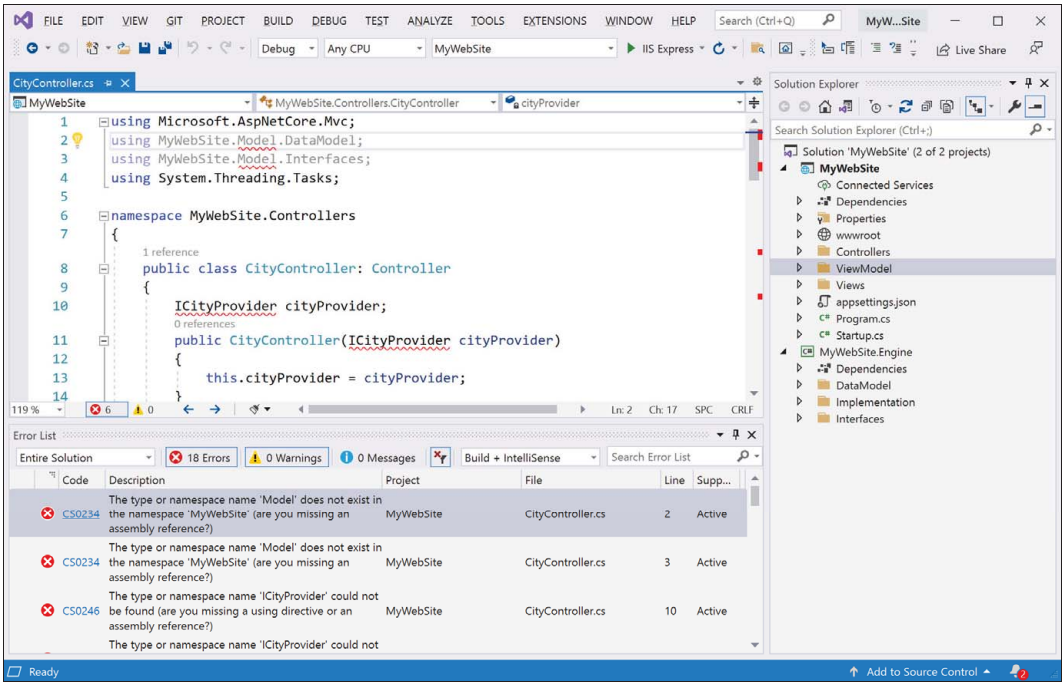


Рис. 16.4. Ошибки компиляции

Если попробовать скомпилировать только библиотеку `MyWebSite.Engine` (щелкнув правой кнопкой мыши на имени проекта **MyWebSite.Engine** и выбрав **Build**), то тоже выявятся ошибки, но здесь чуть понятнее: компилятор не может найти классы библиотеки Dapper для работы с базой данных и конфигурацией. То есть то, как мы в *разд. 15.10* подключали библиотеку Dapper через опцию **Nuget package** к веб-приложению, надо сделать и для нашей библиотеки.

Вы можете сейчас воспользоваться менеджером **Nuget Manager**, чтобы подключить:

- ❒ библиотеку Dapper;
- ❒ пакет `Microsoft.Data.SqlClient`;
- ❒ пакет `Microsoft.Extensions.Configuration.Abstractions`.

Но я покажу вам несколько иной способ. Щелкните на имени **MyWebSite**, и в центральной части окна появится код файла MyWebSite.csproj:

```
<Project Sdk="Microsoft.NET.Sdk.Web">
  <PropertyGroup>
    <TargetFramework>net5.0</TargetFramework>
  </PropertyGroup>
  <ItemGroup>
    <PackageReference Include="Dapper" Version="2.0.90" />
    <PackageReference Include="Microsoft.Data.SqlClient"
          Version="3.0.0" />
```

```
    </ItemGroup>
  </Project>
```

Скопируйте из этого кода в память секцию `ItemGroup`, в которой находятся ссылки на пакеты, и можете удалить ее отсюда.

Теперь щелкните на имени проекта **MyWebSite.Engine**, и вы увидите теперь содержимое файла проекта MyWebSite.Engine.csproj. Добавьте сюда скопированную секцию `ItemGroup` и добавьте в нее еще одну строку `PackageReference` с указанием на третий пакет, о котором мы упоминали ранее:

```
<Project Sdk="Microsoft.NET.Sdk">
  <PropertyGroup>
    <TargetFramework>net5.0</TargetFramework>
  </PropertyGroup>
  <ItemGroup>
    <PackageReference Include="Dapper" Version="2.0.90" />
    <PackageReference Include="Microsoft.Data.SqlClient"
         Version="3.0.0" />
    <PackageReference
         Include="Microsoft.Extensions.Configuration.Abstractions"
         Version="5.0.0" />
  </ItemGroup>
</Project>
```

Почему библиотеке нужно три пакета, а в случае с одним веб-проектом нам нужно было два? Дело в том, что проекты используют разную базу. В первой строке исходного кода проекта указан SDK `Microsoft.NET.Sdk.Web`, который в случае с веб-проектом используется по умолчанию, — ведь запускать сайт без конфигурации смысла нет, и, как мы уже видели, она задействуется уже на старте веб-приложения.

В случае с библиотекой базой является `Microsoft.NET.Sdk`, и эта конфигурация может понадобиться, а может быть, и нет, поэтому Microsoft по умолчанию ее не включила, но мы можем добавить ее через ссылку на пакет.

Отлично, теперь веб-приложение лишилось кода доступа к базе и всех зависимостей на Dapper.

Теперь если щелкнуть правой кнопкой на **MyWebSite.Engine** в Проводнике решения и выбрать **Build**, то эта операция закончится успешно и в файловой системе появится файл библиотеки MyWebSite.Engine.dll, — в моем случае он расположен по пути Source\Chapter16\Project\MyWebSite.Engine\bin\Debug\net5.0\.

Но вот основной проект мы все еще не можем скомпилировать. Мы убрали зависимости в библиотеку MyWebSite.Engine.dll, и они находятся теперь там, но об этом знаем только мы. Теперь нужно сообщить и компилятору, где искать эти зависимости.

Щелкните на **Dependencies** проекта **MyWebSite** и выберите **Add Project Refference** (рис. 16.5).

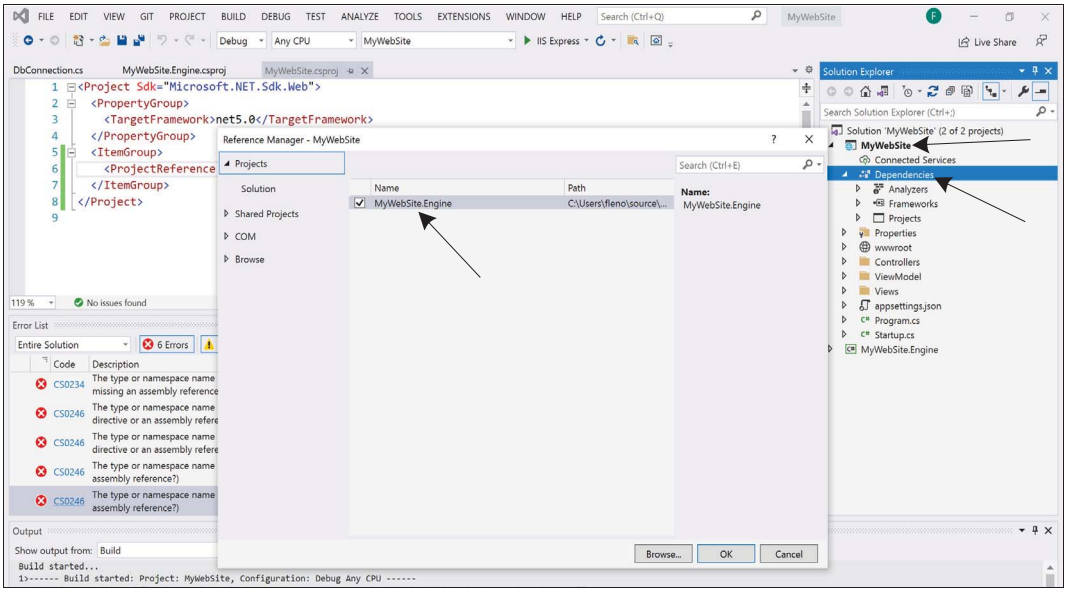


Рис. 16.5. Подключение проекта

В этом окне вы должны будете увидеть все проекты (кроме текущего, потому что подключать проект к самому себе смысла нет) из вашего решения, и вы можете их подключать друг к другу.

С помощью **Nuget** мы можем подключать пакеты, а с помощью **Add Project Refference** — подключать проекты из вашего решения. Идея примерно одна и та же, просто в пакете находятся уже скомпилированные файлы, а при ссылке на проекты вы ссылаетесь как бы на код, и в случае изменения кода он будет перекомпилирован по мере надобности.

Посмотрите на содержимое файла проекта:

```
<Project Sdk="Microsoft.NET.Sdk.Web">
  <PropertyGroup>
    <TargetFramework>net5.0</TargetFramework>
  </PropertyGroup>
  <ItemGroup>
   <ProjectReference
     Include="..\MyWebSite.Engine\MyWebSite.Engine.csproj" />
  </ItemGroup>
</Project>
```

Мы снова видим уже знакомый нам `ProjectReference`, в котором есть ссылка на файл MyWebSite.Engine\MyWebSite.Engine.csproj.

Вот теперь компиляция должна завершиться успешно, и если запустить сайт, то он должен загрузиться, как и раньше. Но теперь код с логикой находится в совершенно новом проекте.

Примечание

Исходный код этого примера можно найти в папке *Source\Chapter16\Projecr* сопровождающего книгу электронного архива (см. *приложение*).

16.3. Приватные сборки

Созданная нами в *разд. 16.2* библиотека называется *приватной*, потому что она должна находиться в том же каталоге, что и исполняемый файл. За счет того, что мы навели ссылку между проектами, во время компилирования проекта копирование библиотеки в нужную папку происходит автоматически, и нам не нужно об этом заботиться. Если сейчас посмотреть на папку bin веб-приложения \Project\Web\bin\Debug\net5.0, то вы должны будете увидеть большое количество DLL- файлов, которые мы не создавали (рис. 16.6).

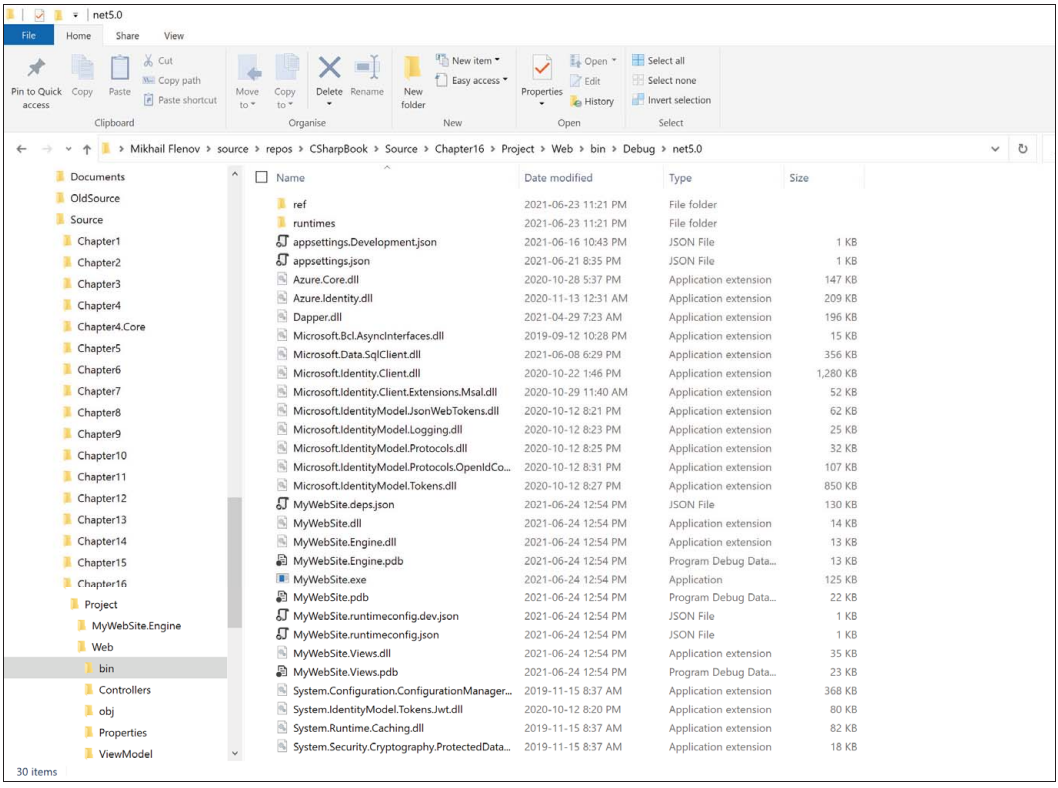


Рис. 16.6. Приватные сборки

Среди них вы найдете и файл Dapper.dll, который был создан сообществом, и мы подгрузили его, подключая библиотеку Dapper.

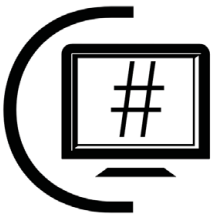
Приватные сборки удобны тем, что их не нужно нигде регистрировать, не нужно как-то инсталлировать или, наоборот, деинсталлировать. Вы просто копируете исполняемый файл в определенный (или заранее приготовленный для приложения)

каталог. Для деинсталляции библиотеки достаточно просто удалить ее файл с компьютера или заменить его на более новую версию.

При работе с приватными сборками система не может взять на себя решение проблемы «DLL hell», когда приложение вызывает некорректную версию библиотеки. Решение этой проблемы ложится на плечи разработчика. Это значит, что вы сами должны следить, чтобы исполняемый файл загружал корректную версию библиотеки. Если у вас несколько ее версий, то необходимо контролировать, чтобы программа установки (если вы такой пользуетесь) не перезаписала на компьютере клиента новую библиотеку на более старую.

Когда мы поставляем приложение на сервер, то нужно копировать туда весь этот каталог со всеми DLL-файлами. Вы можете копировать его вручную, а можете воспользоваться специальным мастером, который вызывается по щелчку правой кнопкой мыши на имени проекта и выбору опции **Publish**.

ГЛАВА 17



Сетевое программирование

Сетевое программирование почему-то интересно многим программистам. И я очень часто получаю вопросы, связанные с сетью. В книгах серии «Глазами хакера» издательства «БХВ» я уделил весьма много внимания системе и сети, но в книге по C# я не собирался идти этим путем, поскольку опасался, что не найду столько материала. Однако тема эта очень увлекательная, и я решил отдать ей должное и в этой книге.

Так что сейчас мы рассмотрим различные протоколы и процесс передачи данных между двумя компьютерами.

В .NET есть два основных пространства имен, связанных с сетью:

- `System.Net` — основное пространство имен, в котором находятся готовые классы для работы с HTTP-протоколом, FTP, DNS и т. д.;
- `System.Net.Socket` — это пространство необходимо, когда вы хотите работать с сетью с использованием TCP- или UDP-протоколов более низкого уровня.

Как можно видеть, второе пространство является подпространством первого. Существуют в `System.Net` и другие подпространства — например: `NetworkInformation`, `Mail` и т. д., но они более специализированные и реже задействованные. Отмеченные мною два пространства будут использоваться нами практически на протяжении всей главы.

17.1. HTTP-клиент

Начнем мы с наиболее популярного протокола, который используется большинством и потребляет в Интернете сумасшедшее количество трафика, — HTTP (HyperText Transfer Protocol, протокол передачи гипертекста). Каждый раз, когда мы загружаем в браузер какую-нибудь страничку, работает этот протокол. Даже файлы загружаются с помощью именно этого протокола, хотя на заре Интернета для загрузки файлов использовался протокол FTP (File Transfer Protocol, протокол передачи файлов). Сейчас FTP еще применяется, но чаще для загрузки информации

на сервер и при удаленном управлении файловой системой, а не для скачивания файлов с сайтов.

Для работы с HTTP-протоколом в .NET проще всего использовать уже готовый класс `HttpWebRequest`. Для работы с этим классом вам не придется создавать его экземпляр привычным способом — с помощью оператора `new`. Вместо этого следует использовать статичный метод `Create()`, который возвращает экземпляр класса `WebRequest`. Метод `Create()` может принимать адрес (URL) страницы, которую вы хотите загрузить в виде строки, или специализированного объекта. Первый вариант, наверное, проще, поэтому пока воспользуемся им.

Теперь посмотрим на возвращаемый нам класс `WebRequest`. Это абстрактный класс, который описывает базовые возможности для веб-запросов. Так как класс абстрактный, то его мы создать напрямую не можем. Но мы в силах создать наследника, реализовать абстрактные методы и использовать уже их. В случае с HTTP этого делать не обязательно, потому что такой класс уже есть: `HttpWebRequest`. Он наследуется от `WebRequest`. Да, метод `HttpWebRequest.Create()`, о котором мы говорили ранее, создает новый объект и возвращает его в виде объекта класса предка `WebRequest`.

Несмотря на то, что `HttpWebRequest.Create()` возвращает `WebRequest`, результат все же остается объектом класса `HttpWebRequest`. Просто вспоминаем полиморфизм и другие свойства объектного программирования.

Во время вызова метода `Create()` может быть сгенерировано исключение, поэтому нужно быть аккуратным и правильно его поймать и обработать. Например, создание объекта для загрузки странички с сайта **www.flenov.info** может выглядеть следующим образом:

```
WebRequest request;
try
{
   request = HttpWebRequest.Create("http://www.flenov.info");
}
catch (Exception)
{
   MessageBox.Show("Не могу загрузить файл");
   return;
}
```

Здесь я сначала объявляю переменную класса `WebRequest`, а потом в блоке `try` пытаюсь создать новый веб-запрос к сайту **http://www.flenov.info**. Если во время этой попытки произошла исключительная ситуация, то показываю диалоговое окно с ошибкой. Тут нужно заметить, что URL должен начинаться с `http://`. Если этого нет, то выполнение метода `Create()` может завершиться исключительной ситуацией.

Так как метод `Create()` на самом деле создает объект `HttpWebRequest`, но возвращает его в виде абстрактного предка `WebRequest`, мы можем написать то же самое следующим образом:

```
HttpWebRequest request;
request = (HttpWebRequest)HttpWebRequest.Create(url);
```

Блок `try` я убрал только для краткости, а вот ради надежности и безопасности его лучше оставить.

Когда у нас есть объект HTTP-запроса, мы можем прочитать данные, которые находятся по указанному URL. Код чтения результата показан в листинге 17.1.

Листинг 17.1. Чтение результата из веб-запроса

```
HttpWebResponse response = (HttpWebResponse)request.GetResponse();
StreamReader reader = new StreamReader(response.GetResponseStream());
StringBuilder pagebuilder = new StringBuilder();

string line;
while ((line = reader.ReadLine()) != null)
    pagebuilder.AppendLine(line);

response.Close();
reader.Close();
pageRichTextBox.Text = pagebuilder.ToString();
```

Создав объект класса `HttpWebRequest`, мы всего лишь создали объект, но еще не загрузили страницу. Реальная загрузка начинается с вызова метода `GetResponse()`. Если посмотреть на файл помощи, то этот метод возвращает экземпляр объекта `WebResponse`. Это снова абстрактный класс для всех классов веб-запросов, а в реальности для HTTP-запроса возвращается экземпляр `HttpWebResponse`, который является наследником `WebResponse`.

Класс `HttpWebResponse` содержит подробную информацию о страничке, которую мы пытаемся загрузить. Настолько подробную, насколько это возможно. Наиболее интересными свойствами этого класса являются:

- `CharacterSet` — кодировка ответа. Позволяет правильно определить, в каком виде находится текст в ответе от сервера;
- `ContentType` — тип данных. Если загружать веб-страницу, то этот параметр будет равен `"html/text"`;
- `Cookies` — коллекция объектов класса `Cookie`, которые представляют собой «плюшки», которые мы должны сохранить на своей стороне. Через этот же параметр мы можем добавлять новые значения `Cookie`;
- `Headers` — коллекция веб-заголовков, которые пришли с ответом от веб-сервера;
- `Method` — строка, отображающая метод, которым были получены данные. Чаще всего используются HTTP-методы `GET` или `POST`;
- `ProtocolVersion` — возвращает версию протокола;

- `Server` — имя сервера, который отправил ответ;
- `StatusCode` — статус результата. В случае отсутствия проблем мы должны увидеть здесь `OK`;
- `StatusDescription` — описание статуса.

Все эти свойства информационные и очень полезные, но самое главное — это получить содержимое ответа. В случае с загрузкой веб-страницы нас интересует HTML-код. Его можно прочитать из потока результата, доступ к которому обеспечивается через метод `GetResponseStream()`. Этот метод возвращает поток, из которого и нужно читать данные. Для чтения можно использовать класс `StreamReader`. Дальнейшее чтение — дело техники: в классе `StreamReader` для чтения текста служит метод `ReadLine()`, который построчно читает все из потока:

```
while ((line = reader.ReadLine()) != null)
   pagebuilder.AppendLine(line);
```

В первой строке в цикле `while` вызывается метод `Readline()` объекта `StreamReader`. Результат сохраняется в строковой переменной `line`. Если что-либо прочитано, то в переменной будет находиться строка. Если данные в потоке закончены, то результатом `Readline()` будет `null`, что и попадет в строковую переменную. Поэтому в цикле и происходит проверка на `null`. Цикл будет выполняться, пока мы не встретим это значение.

> ***Примечание***
>
> Исходный код примера к этому разделу можно найти в папке *Source\Chapter17\HttpClient* сопровождающего книгу электронного архива (см. *приложение*).

17.2. Прокси-сервер

Далеко не всегда у пользователей имеется прямое соединение с Интернетом. Бывают случаи, когда подключение происходит через прокси-сервер. Я с таким встречаюсь все реже, но отбрасывать эту возможность совсем не стоит. Тем более, что добавить в свою программу поддержку этой возможности не так уж и сложно, — достаточно только познакомиться с классом `WebProxy`.

Простейший вариант использования прокси — это указать его IP-адрес и порт. И то, и другое можно передать сразу конструктору класса:

```
WebProxy proxy = new WebProxy("192.168.0.1", 8080);
request.Proxy = proxy;
```

В первой строке мы получаем экземпляр класса прокси-сервера. Чтобы наш веб-запрос использовал этот сервер, достаточно в свойстве `Proxy` запроса указать наш прокси-сервер. Все то же самое можно было бы написать и в одну строку:

```
request.Proxy = new WebProxy("192.168.0.1", 8080);
```

Но это справедливо, если вы хотите использовать прокси-сервер только один раз. Если же вы планируете использовать этот сервер в разных запросах, то лучше все

же явно создать один экземпляр `WebProxy` и назначать его каждому создаваемому запросу.

Мы рассмотрели простейший вариант, в котором прокси-сервер не требует авторизации. Такое бывает не всегда. В целях безопасности для корректного подключения могут понадобиться имя пользователя и пароль. У класса `WebProxy` есть свойство `Credentials`, которое как раз и отвечает за авторизацию. Это свойство имеет тип класса `NetworkCredential`. У этого класса есть конструктор, который принимает в качестве параметров имя пользователя и пароль:

```
proxy.Credentials =
      new NetworkCredential("Username", "Password");
```

Теперь наш прокси-объект может авторизоваться на сервере, используя указанные имя пользователя и пароль.

На рис. 17.1 показано окно программы, которую вы можете найти в папке Source\Chapter17\Proxy сопровождающего книгу электронного архива (см. *приложение*). Программа предназначена для загрузки веб-страниц, и при этом она позволяет указывать прокси-сервер.

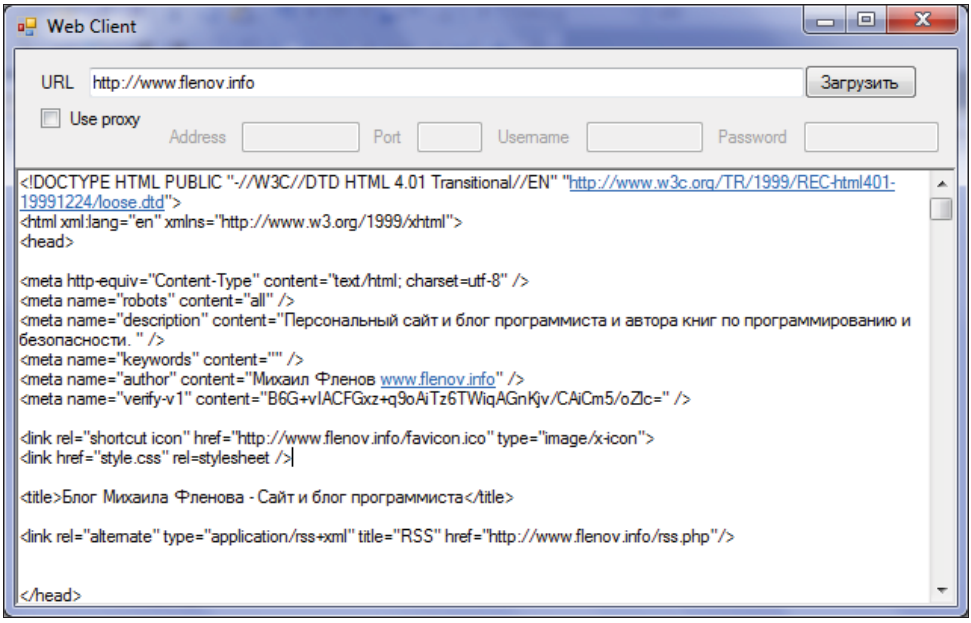


Рис. 17.1. Окно программы работы с Сетью через прокси-сервер

17.3. Класс *Uri*

Если вы собираетесь заниматься веб-программированием, то, скорее всего, вам придется работать и со строками адреса URL. Мне приходилось разбирать этот адрес на составляющие, чтобы узнать имя хоста или параметры, и это можно сделать двумя способами:

- разобрать строку адреса самостоятельно — если посмотреть на URL как на строку, то мы без проблем сможем разделить ее на части и выделить имя хоста, путь к файлу и строку параметров;
- воспользоваться классом `Uri` из пространства `System`, который выполнит такой разбор за нас. В этом случае нам останется только обратиться к свойствам класса, чтобы узнать все его составляющие.

У конструктора класса `Uri` есть один параметр — строка. В этой строке мы просто передаем адрес странички:

```
Uri uri = new Uri(urlTextBox.Text);
```

У класса `Uri` очень много параметров, описывать их все я не стану (ищите такое описание в русской версии MSDN). Посмотрим здесь на основные его параметры на примере разборки адреса "`http://www.flenov.info/folder/test.php?param1=value`":

- `host` — возвращает имя хоста в адресе (в нашем случае это `www.flenov.info`);
- `AbsolutePath` — возвращает путь к файлу (`/folder/test.php`);
- `PathAndQuery` — возвращает путь, включая строку параметров, но без имени хоста (`/folder/test.php?param1=value`);
- `Query` — возвращает строку параметров (`?param1=value`);
- `Segments` — массив из строк, которые представляют собой сегменты в пути к файлу. В нашем случае в этом массиве будет три элемента:
  - `/`
  - `folder/`
  - `test.php`

У нас еще остается одна проблема, которую можно решить программным разбором URL-адреса. Допустим, что нам нужно разбить строку параметров на параметры и значения. Посмотрим, как это можно сделать:

```
Uri uri = new Uri(urlTextBox.Text);
string query = uri.Query.Substring(1, uri.Query.Length - 1);
string[] parameters = query.Split('&');

foreach (string segment in parameters)
{
  string[] paramvalues = segment.Split('=');
  lines.Add("Param: " + paramvalues[0]);
  if (paramvalues.Length > 1)
     lines.Add("Value: " + paramvalues[1]);
}
```

В первой строке создается объект `uri`. Потом я копирую содержимое свойства `Query` в строковую переменную `query` — копирую все, кроме первого символа. Дело в том, что первый символ — это знак вопроса, который нам мешает.

Теперь в строке `query` у нас находится `"param1=value"`. Если в URL имеется несколько параметров, то они будут выглядеть так: `"param1=value&param2=value2"` — параметры объединяются символом `&`. Прежде всего, нужно разбить такую строку на пары `"параметр=значение"`. Для разбиения строки по какому-то символу можно использовать метод `Split()` класса строки. Метод после разбиения возвратит массив строк, в котором будут находиться две строки: `"param1=value"` и `"param2=value2"`. Если параметров больше, то и элементов в массиве будет больше.

Чтобы просмотреть все элементы, мы запускаем цикл `foreach`. На каждом шаге цикла у нас теперь будет строка, которую нужно разделить по символу равенства. Что мы и делаем в следующей строке:

```
string[] paramvalues = segment.Split('=');
```

Тут нужно быть внимательным, потому что `paramvalues` не всегда будет содержать два значения: имя параметра и значение. Вполне реально, когда URL-параметр не содержит никакого значения, и адрес выглядит так:

```
http://www.flenov.info/param1=value&param2&param3=value3
```

Обратите внимание, что второй параметр здесь значения не содержит.

> ***Примечание***
>
> В папке *Source\Chapter17\UriTest* сопровождающего книгу электронного архива (см. *приложение*) вы можете найти небольшую программку, которая отображает значения практически всех свойств класса `Uri`, а также содержит код разборки строки параметров.

17.4. Сокеты

Нереально создать все возможные классы для всех возможных протоколов. И это не только потому, что протоколов очень много, но и потому, что вы сами можете придумать правила, по которым сервер должен обмениваться информацией с клиентом, т. е. создать свой протокол. В тех случаях, когда нет готового класса или вам нужен собственный протокол, используют *сокеты*.

Сокеты (от англ. socket, которое я бы перевел как «разъем») — это концепция сетевого соединения в программировании. И не только для C# или .NET — эта концепция присутствует и в Win32, и в языках C++ и Delphi, и даже на других платформах. Смысл тут в том, что существуют два типа сокетов: клиентский и серверный:

- серверный сокет — как смонтированная на стене и готовая к работе розетка, ожидающая, когда в нее вставят вилку. Точно так же серверный сокет переходит в режим ожидания подключения на определенном адресе и определенном порту;
- клиентский сокет — как вилка, которую втыкают в розетку. Как только вы включите прибор в розетку, по проводу побежит ток. В случае с Интернетом провода (или беспроводные каналы) уже давно проложены. Поэтому виртуальные розетки ждут своих виртуальных подключений. Как только клиент подключается к серверному сокету, информация начинает передаваться по каналам.

Для того чтобы создать виртуальное подключение между клиентом и сервером, надо знать место, где находится нужный нам серверный сокет. В случае с розеткой нам могут быть даны четкие указания — например: «ищите на северной стене ближе к дивану». В случае с Интернетом нужно знать адрес физического сервера, на котором запущена серверная программа, которая открыла сокет. В других своих книгах я объяснял в этот момент, что такое IP-адрес и как организована адресация в сети, но здесь не вижу смысла в таких пояснениях. Общеизвестно, что все компьютеры в интернет-сети имеют IP-адреса (бывают и не IP-сети, но очень редко, — IP уже съел всех). По таким адресам мы можем без проблем найти физический сервер, к которому хотим подключиться.

Так как на сервере может быть несколько серверных программ, то каждая из них открывает свой собственный порт, и клиент должен знать, на каком порту искать свою розетку. Так, например, веб-серверы чаще всего располагаются на 80-м порту, и когда нам нужно подключиться к веб-серверу, то с вероятностью в 99% мы должны тыкаться именно в 80-й порт. Если администраторы изменили это, то URL-адрес будет содержать порт после имени домена и двоеточия, — например: **www.domain.com:8080**. Этот пример указывает нам, что мы должны соединяться с сервером, который имеет имя **www.domain.com** и порт номер **8080**. Именно его открыл серверный сокет и на нем ожидает своих подключений.

Надеюсь, вы знаете также, что такое DNS, и что он переводит символьные имена в IP-адреса. Клиентские программы не могут соединяться с сервером по имени типа **www.domain.com**. Они сначала обращаются к DNS-серверу с просьбой сообщить им IP-адрес для этого имени, а потом уже используют полученный IP-адрес для соединения.

Ну вот, с сетевой теорией покончено, пора переходить к практике. Книга, все же, про программирование, а не про сеть. Если вам интересны адресация и сеть, то рекомендую купить книгу по IP-протоколу. В мире IP еще много интересного теоретического материала, который может пригодиться и программисту.

Итак, теперь попробуем воспользоваться полученными знаниями на практике. Для этого напишем собственную реализацию клиента HTTP. В предыдущем примере (см. *разд. 17.1*) мы использовали готовый класс, который скрыл от нас все сложности подключения к серверу и передачи информации, но на этот раз мы напишем все с использованием чистых сокетов. Для иллюстрации примера я написал небольшой класс `HttpClient`, который загружает запрашиваемую страницу по HTTP-протоколу (листинг 17.2). Несмотря на то, что это лишь набросок, некоторые моменты я постарался оформить так, чтобы код был универсальным и, возможно, пригодился бы вам в будущем.

Листинг 17.2. Класс `HttpClient` для загрузки веб-страниц

```
using System;
using System.Collections.Generic;
using System.Text;
using System.Net;
using System.Net.Sockets;
```

```
namespace DirectHttp
{
  public class HttpClient
  {
    public const int Web_PAGE_STATUS_OK = 200;

    public const int Web_ERROR_UNKNOWN_ERROR = 0;
    public const int Web_ERROR_HOST_NOT_FOUND = -1;
    public const int Web_ERROR_CANT_CONNECT = -2;
    public const int Web_ERROR_UNAVAILABLE = -3;
    public const int Web_ERROR_UNKNOWN_CODE = -4;

    // конструктор по умолчанию будет задавать порт
    public HttpClient()
    {
      Port = 80;
    }

    // Здесь будем хранить загруженную страницу
    StringBuilder pageContent = null;
    public StringBuilder PageContent
    {
      get { return pageContent; }
    }

    // хотя порт можно взять из URL, я завел переменную
    int Port { get; set; }

    // метод возвращает статус страницы
    public int GetPageStatus(Uri url)
    {
      IPAddress address = GetAddress(url.Host);
      if (address == null)
      {
        return Web_ERROR_HOST_NOT_FOUND;
      }
      Socket socket = new Socket(AddressFamily.InterNetwork,
           SocketType.Stream, ProtocolType.Tcp);
      EndPoint endPoint = new IPEndPoint(address, Port);

      try
      {
        socket.Connect(endPoint);
      }
      catch (Exception)
      {
        return Web_ERROR_CANT_CONNECT;
      }
```

```
  string command = GetCommand(url);
  Byte[] bytesSent = Encoding.ASCII.GetBytes(command.Substring(1,
        command.Length - 1) + "\r\n");
  socket.Send(bytesSent);

  byte[] buffer = new byte[1024];

  int readBytes;
  int result = Web_ERROR_UNAVAILABLE;
  pageContent = null;

  while ((readBytes = socket.Receive(buffer)) > 0)
  {
     string resultStr = System.Text.Encoding.ASCII.GetString(
         buffer, 0, readBytes);
     if (pageContent == null)
     {
       string statusStr = resultStr.Remove(0,
             resultStr.IndexOf(' ') + 1);

       try
       {
         result =Convert.ToInt32(statusStr.Substring(0, 3));
       }
       catch (Exception)
       {
         result = Web_ERROR_UNKNOWN_CODE;
       }
       pageContent = new StringBuilder();
     }

    pageContent.Append(resultStr);
  }

  socket.Close();
  return result;
}

// маленький метод для формирования HTTP-запроса
protected string GetCommand(Uri url)
{
  string command = "GET " + url.PathAndQuery + " HTTP/1.1\r\n";
  command += "Host: " + url.Host + "\r\n";
  command += "User-Agent: CyD Network Utilities\r\n";
  command += "Accept: */* \r\n";
  command += "Accept-Language: en-us \r\n";
  command += "Accept-Encoding: gzip, deflate \r\n";
  command += "\r\n";
```

```
      return command;
    }

    // преобразование строки адреса в объект
    public IPAddress GetAddress(string address)
    {
      IPAddress ipAddress = null;
      try
      {
        ipAddress = IPAddress.Parse(address);
      }
      catch (Exception)
      {
        IPHostEntry heserver;

        try
        {
           heserver = Dns.GetHostEntry(address);
           if (heserver.AddressList.Length == 0)
           {
              return null;
           }
           ipAddress = heserver.AddressList[0];
        }
        catch
        {
           return null;
        }
      }

      return ipAddress;
    }
  }
}
```

Листинг очень большой, и я не собираюсь бросать вас на произвол судьбы, заставляя разбираться с ним самостоятельно. Сейчас мы подробно рассмотрим, как и зачем я написал так много кода.

Единственный конструктор этого класса устанавливает свойство `Port` на значение по умолчанию. Кстати, тот, кто станет использовать этот код, должен самостоятельно устанавливать порт. Я забыл добавить возможность чтения порта из строки URL, но вы это можете сделать сами.

Свойство `PageContent` имеет тип `StringBuilder`. В него мы станем сохранять содержимое загруженной страницы, а внешний код сможет прочитать содержимое через это свойство.

Метод `GetPageStatus()` возвращает статус загрузки страницы. Если все удачно, то метод должен вернуть `Web_PAGE_STATUS_OK`. Я когда-то набросал этот небольшой пример именно для проверки статуса, но сегодня решил расширить и позволить ему загружать страницу полностью. Раньше он загружал только самое начало страницы, чтобы узнать статус, и не пытался грузить ее целиком. Отсюда и название метода `GetPageStatus()`. Метод получает в качестве параметра объект класса `Uri`, с которым мы уже знакомы, и грех им не воспользоваться.

Первая же строка метода `GetPageStatus()` манит и пугает:

```
IPAddress address = GetAddress(url.Host);
```

Класс `IPAddress` предназначен для хранения и работы с IP-адресами. Так как нам передается URL, а разъемы сокетов любят находить свои розетки по IP-адресам, то нам нужно превратить имя в IP-адрес. Для этого я написал небольшой метод `GetAddress()`, который превращает строку в объект `IPAddress`. Обратите внимание, что этому методу я передаю только имя хоста, а не полный URL (передается только `url.Host`). Это потому, что в IP нужно превращать только его, а не всю строку URL.

Этот метод вы найдете в конце листинга 17.2. В нем я для удобства завожу локальную переменную типа `IPAddress`. После этого пытаюсь использовать статичный метод `Parse()` класса `IPAddress`. Если пользователь передал нам IP-адрес, а не строку URL, то этот метод сможет разобрать строку, найти этот IP и вернуть нам нужный объект.

Если во время разбора строки произошла ошибка, то перед нами не IP-адрес, а самое настоящее доменное имя, которое нужно превратить в адрес. Для этого можно использовать статичный метод `GetHostEntry()` класса `Dns`. В качестве параметра он получает строку адреса, которую нужно преобразовать, а на выходе мы получаем объект класса `IPHostEntry`. У этого объекта нас будет интересовать массив `AddressList`. Если количество элементов в нем равно нулю, то `GetHostEntry()` не смог найти ни одного IP-адреса, соответствующего имени, и я возвращаю нулевое значение. Да, одно имя может быть связано с несколькими адресами. Если же в коллекции что-то есть, то я, особо не думая, выбираю нулевой адрес в массиве и смело возвращаю его.

Возвращаемся к методу `GetPageStatus()`. Так как метод `GetAddress()` может вернуть нулевое значение, то нужно это проверить и вернуть код ошибки.

Если у нас есть реальный адрес сервера, к которому нужно подключиться, значит, пора создавать сокет. Для этого в .NET есть одноименный класс `Socket`. У этого класса имеется два конструктора. Первый из них принимает структуру `SocketInformation`, которая содержит всю подробную информацию о сокете, а второй (я как раз его использую в листинге) — принимает всего три параметра:

- `AddressFamily` — перечисление, позволяющее задать протокол (семейство адресации), который должен использоваться для соединения. Концепция сокетов может применяться и для других протоколов, хотя самым популярным является интернет-протокол TCP/IP. Для его использования в качестве первого параметра нужно передать `AddressFamily.InterNetwork`;

- `SocketType` — здесь мы можем задать тип сокета. В классическом программировании было всего три типа, а в .NET нам предоставляют более гибкие возможности, и доступны следующие типы:
  - `Stream` — наверное, самый популярный тип сокетов, который требует установки соединения между клиентом и сервером, что обеспечивает надежность доставки сообщений, передаваемых между точками соединения. Недостаток его в том, что требуется первоначальная затрата времени на установку соединения. К плюсам можно отнести надежность доставки всех данных в том порядке, в котором их отправил клиент. Если хотя бы один пакет затеряется, он будет отправлен повторно. В случае с HTTP мы не можем выбирать тип, потому что он уже предопределен протоколом, и мы должны использовать именно `Stream`;
  - `Dgram` — при использовании этого типа соединение между точками не устанавливается. Клиент просто швыряет пакет в сторону сервера и понятия не имеет, дошел он или нет. К преимуществам можно отнести скорость работы и минимальные затраты. Главный недостаток — отсутствие надежности. Если вы хотите быть уверены, что сервер получил данные, то должны сами придумать, как сервер будет информировать клиента о корректной доставке. Сервер может отвечать на каждый полученный пакет, но вам придется всю эту логику прописывать самостоятельно;
  - `Raw` — сырой сокет. В этом случае вы можете влиять на пакет и можете даже создать запросы более низкого, чем TCP/IP уровня, — такие, как Icmp;
  - `Rdm` — это новый тип сокетов, который не требует установки соединения, но позволяет гарантировать доставку пакетов. Очень интересный тип, потому что не требует установки соединения перед отправкой и дает возможность создать соединение между множеством узлов. Получится что-то типа распределенного соединения;
  - `Seqpacket` — последовательная передача данных с установкой соединения и гарантией доставки данных;
  - `Unknown` — неизвестный тип сокета. Мне пока не приходилось встречаться с необходимостью использовать его;
- `ProtocolType` — используемый протокол. Перечислять все возможные протоколы нет смысла, но я хочу только сказать, что значение этого параметра должно соответствовать вашему выбору в параметре `SocketType`. Если вы выбрали тип сокета `Stream` с установкой соединения, то нужно выбирать и протокол с установкой соединения. Эта логика работает и наоборот. Протокол HTTP работает поверх (использует для передачи данных) TCP, поэтому в нашем примере мы выбираем его. Этот протокол требует соединения и передачи типа `Stream`, поэтому именно это я и выбрал во втором параметре `SocketType`.

Я предпочитаю именно такой вариант конструктора инициализации сокета, потому что по параметрам он схож с инициализацией сокетов на платформе Win32, на которой я писал долгие годы.

У нас есть сокет, и теперь нам нужно только определить розетку, к которой мы станем подключаться. Для этого нам требуется указать IP-адрес и порт. Для указания этой информации можно воспользоваться классом `EndPoint`. Конструктор класса получает в качестве параметров строку с адресом и номер порта:

```
EndPoint endPoint = new IPEndPoint(address, Port);
```

Теперь у нас есть все необходимое для инициализации соединения. Это делается с помощью метода `Connect()` класса сокета. В качестве параметра метод получает объект класса `EndPoint`. Если во время соединения произошла ошибка, то будет сгенерирована исключительная ситуация, поэтому этот метод лучше вызывать в блоке `try` и корректно реагировать на ошибку. В нашем случае, если сгенерировано исключение, метод возвратит код ошибки соединения.

Если ничего необычного не произошло, то соединение между клиентом и сервером можно считать успешно установленным. Мы готовы передавать данные. А что нужно передавать для HTTP-протокола, чтобы запросить сервер вернуть нам определенную страницу? Протокол HTTP является текстовым, и информация передается как текст. Вначале вы должны отправить заголовок, который описывает страницу, которую вы хотите получить, и информацию о том, что сервер может возвращать. Вот пример пакета, который отправляем серверу мы (он формируется в методе `GetCommand()`):

```
GET /index.php HTTP/1.1
Host: www.flenov.info
User-Agent: Your super Program
Accept: */*
Accept-Language: en-us
Accept-Encoding: gzip, deflate
```

Самыми главными тут являются первые две строчки. В первой строке стоит команда `GET`. Чтобы отправить запрос `POST`, нужно всего лишь поменять в этой строке `GET` на `POST`. После этого должна идти строка URL с параметрами, которую вы хотите запросить у сервера. В конце строки указывается версия протокола. В настоящее время большинство серверов поддерживают версию 1.1, поэтому я жестко прописал ее в коде. Даже если выйдет версия 10.1, я думаю, что обратная совместимость сохранится, хотя на всякий случай тут можно добавить в код немного гибкости и задавать версию протокола.

Во второй строке кода указывается имя хоста. Это обязательно. И то, что мы уже соединились с сервером нужного нам хоста, ничего не значит. Мы соединялись с IP-адресом, а на одном IP-адресе может работать сразу несколько веб-сайтов. Какой именно нам нужен, легко определить по параметру `Host` в HTTP-заголовке.

Более подробно рассматривать HTTP-протокол не вижу смысла, потому что эта тема выходит за рамки книги. Скажу только, что заголовок должен заканчиваться пустой строкой.

Сформировав такую строку, ее нужно отправить в сеть. Но тут есть одна проблема, потому что HTTP разрабатывался очень давно, — когда символы в строках пред-

ставлялись только одним байтом. В .NET строки хранятся в Unicode, и каждый символ описывается двумя байтами. Когда мы отправляем пакет в сеть, то он должен содержать массив байтов в формате ASCII.

Для преобразования можно воспользоваться классом `Encoding`, который объявлен в пространстве имен `System.Text`. У этого класса есть статичные свойства для основных кодировок: `ASCII`, `Unicode`, `UTF8`, `UTF7`. Каждое из этих свойств представляет собой класс `Encoding`. Вы можете использовать их для преобразования текста в различные кодировки. Нам же нужен метод `GetBytes()`, который возвращает массив байтов (`Byte[]`) переданной строки в кодировке ASCII.

Теперь у нас есть все необходимое для передачи данных. Сокет соединен с сервером (я надеюсь), и есть массив данных, которые нужно выкинуть в сеть. Для отправки данных служит метод `Send()` класса сокета. Существует несколько перегруженных вариантов этого метода. Я же использую самый простой, в котором нужно передать массив байтов, который по счастливой случайности у меня уже подготовлен.

Отправив запрос серверу, я начинаю подготавливать переменные, которые мне пригодятся для чтения ответа от сервера. Самое интересное начинается в цикле `while`, который должен считывать полученные от сервера пакеты, пока они не закончатся:

```
while ((readBytes = socket.Receive(buffer)) > 0)
```

В операторе `while` я жестоко расстреливаю сразу двух зайцев. Смотрим на первого зайца, читающего данные из сокета, которые должен прислать нам веб-сервер:

```
readBytes = socket.Receive(buffer)
```

Для чтения используется метод `Receive()`. В качестве параметра методу я передаю буфер данных, в который нужно сохранить полученные данные. Буфером должен быть массив байтов. В моем случае этот буфер объявлен следующим образом:

```
byte[] buffer = new byte[1024];
```

В качестве размера я выбрал число 1024. Почему именно это число, а не больше или меньше? Пакеты в сети могут быть разного размера, и 1024 вполне достаточно, чтобы принять не слишком маленький размер файла и не слишком большой. Средний размер странички составляет около 5 Кбайт. Это значит, что цикл будет выполняться 5 раз. Вполне нормально.

Заполнение буфера зависит не только от размера пересылаемого файла, но и от размера пакета, который выбрала ОС для отправки данных. Я точно сейчас не помню, какой размер выбирает Windows, но, кажется, где-то в районе 500.

В качестве результата метод `Receive()` возвращает количество реально прочитанных байтов. Если система прочитала из сети достаточно байтов, чтобы наполнить наш буфер, то результатом будет 1024 (полный размер буфера). Чаще всего, последний пакет не вписывается в этот размер и будет меньше, поэтому очень важно знать, сколько реально заполнено в буфере.

Второй заяц заключается в том, что тут же в цикле `while` я проверяю результат. Если он больше нуля, то мы что-то получили, и цикл можно продолжать. Если результатом стал ноль или отрицательное число, то файл закончен, и можно закрывать общение с сервером.

Если от сервера что-либо получено, то переменная буфера будет содержать данные. Здесь опять появляется небольшая проблемка — ведь мы получили массив байтов, а его нужно прочитать как текст, т. е. конвертировать. Тут снова можно использовать класс `Encoding`, а точнее, `Encoding.ASCII`, — ведь из сети к нам приходят данные именно в ASCII-кодировке. У этого класса есть метод `GetString()`, имеющий несколько перегруженных вариантов, но один из них идеально вписывается в наш код и принимает три параметра:

- массив байтов;
- байт, начиная с которого нужно начинать конвертацию. В нашем случае мы всегда будем конвертировать с самого первого символа (с начала буфера), поэтому передаем здесь ноль;
- количество символов для конвертации. Идеальный параметр, потому что буфер может быть заполнен не полностью, а количество символов в буфере мы получили, когда вызывали метод `Receive()`.

В результате мы получаем строку в формате .NET, которую можно легко использовать привычными нам методами. После этого в цикле моего примера я проверяю, если это первая строка (`pageContent` равен нулю, и туда еще ничего не заполнялось), то я разбираю эту строку в поисках статуса. Первая строка HTTP-ответа выглядит примерно следующим образом:

```
HTTP/1.1 200 OK
```

В этой строке `200` является статусом, и я ищу именно его. Если страница не найдена, но сервер вернет нам статус `404`. Все, наверное, плевали в монитор при виде этого статуса, когда пытались щелкнуть по очень важной, но битой ссылке.

Когда цикл закончился, будет правильно явно закрыть соединение с сервером. Для этого нужно вызвать метод `Close()` у объекта сокета. Программирование на .NET немного расслабляет, но файлы, соединение с базой данных, сокеты и другие ресурсы лучше освобождать явно. Если у класса есть метод `Close()`, то его нужно вызвать именно вам, а не сборщику мусора.

Пример результата загрузки страницы показан на рис. 17.2. Я загрузил ту же страницу, что и на рис. 17.1. Разница только в методе загрузки. Обратите внимание, что результат отличается. На этот раз в самом начале мы видим заголовок HTTP, который в прошлый раз был спрятан классом .NET. Здесь же мы ничего не прятали, а выводили в окно все, что приходит от веб-сервера, в чистом виде.

В выводе вместо русских букв можно увидеть знаки вопросов, потому что веб-страница использует кодировку UTF-8, а я при чтении данных задавал кодировку ASCII. Но ведь далеко не все страницы в Интернете используют ASCII. Как это можно исправить? Тут лучше действовать в два этапа:

1. Попытаться найти в тексте, который мы прочитали, тэг `<meta>` с указанием кодировки. Такой тэг сильно упростит нам жизнь, но он не обязателен, и поэтому не все веб-программисты включают его. Если тэг не найден, то приступаем ко второму шагу.
2. Просканируйте результирующий набор данных на предмет видимости и невидимости символов в разных кодировках. Например, преобразуйте результат в кодировку ASCII и просмотрите каждый символ. Если какой-то символ невидим (именно невидимые символы превратились на экране в вопросы) и не является буквой, цифрой или видимым символом, то это, скорее всего, неверная кодировка. Попробуйте преобразовать текст в UTF-8 и повторить процедуру поиска невидимых символов.

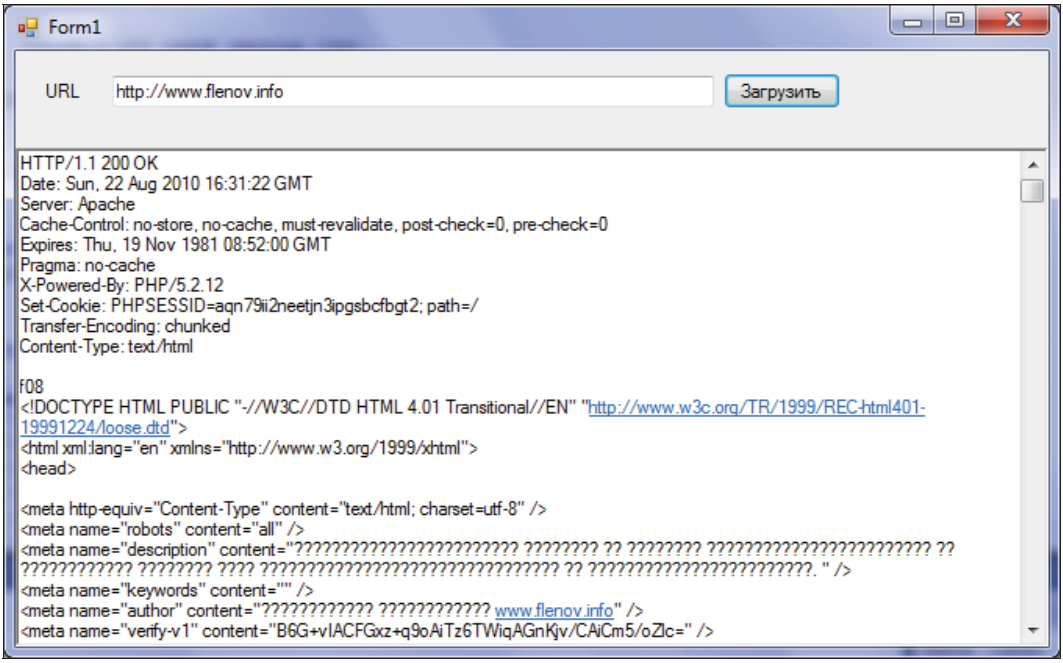


Рис. 17.2. Результат работы программы загрузки через сокеты

А что, если страница во всех кодировках содержит невидимые символы? В этом случае можно выбрать ту, при которой невидимых символов меньше всего. Но это я не стал реализовывать в своем примере, попробуйте написать это сами.

17.5. Парсинг документа

Я работаю с сетевыми и интернет-программами достаточно часто, и уже несколько раз возникала задача найти что-либо в исходном коде загруженной HTTP-странички. Это можно сделать поиском или ручным ее разбором. В общем-то, подобные задачи решаются легко, и ради тренировки мозга можно попробовать написать *парсер* (программу разбора текста по определенным правилам) HTML-

страницы самостоятельно. В нашем случае парсер будет разбирать HTML-страницу в поисках тэгов. А можно воспользоваться уже готовыми классами, которые есть в .NET.

Мы сейчас рассмотрим пример на основе готовых классов. Он интересен тем, что мы станем загружать страничку еще одним способом — через объект `WebBrowser`. Этот метод использует движок браузера Internet Explorer для загрузки. Предыдущие два метода загрузки HTTP (из *разд. 17.1* и *17.4*) загружали только HTML-код страницы, и мы не видели картинок. Чтобы их увидеть, мы должны сами искать все ссылки на картинки в тексте и подгружать их. Да и отображать страницу мы тоже должны сами. Я этого не делал, потому что не собираюсь писать собственный браузер.

При использовании объекта `WebBrowser` все картинки будут подгружаться автоматически, и компонент станет отображать не HTML-код, а уже готовую страницу. Посмотрите на рис. 17.3, где показано окно будущей программы, которую мы напишем в этом разделе. Сверху у нас поле ввода для указания адреса, потом идет поле для вывода всех URL-адресов, которые мы найдем в HTML-странице, и еще ниже идет сама страница внутри компонента браузера. Правда, компонент браузера я буду создавать динамически. Если вы станете самостоятельно создавать этот пример, то на это место просто поместите панель.

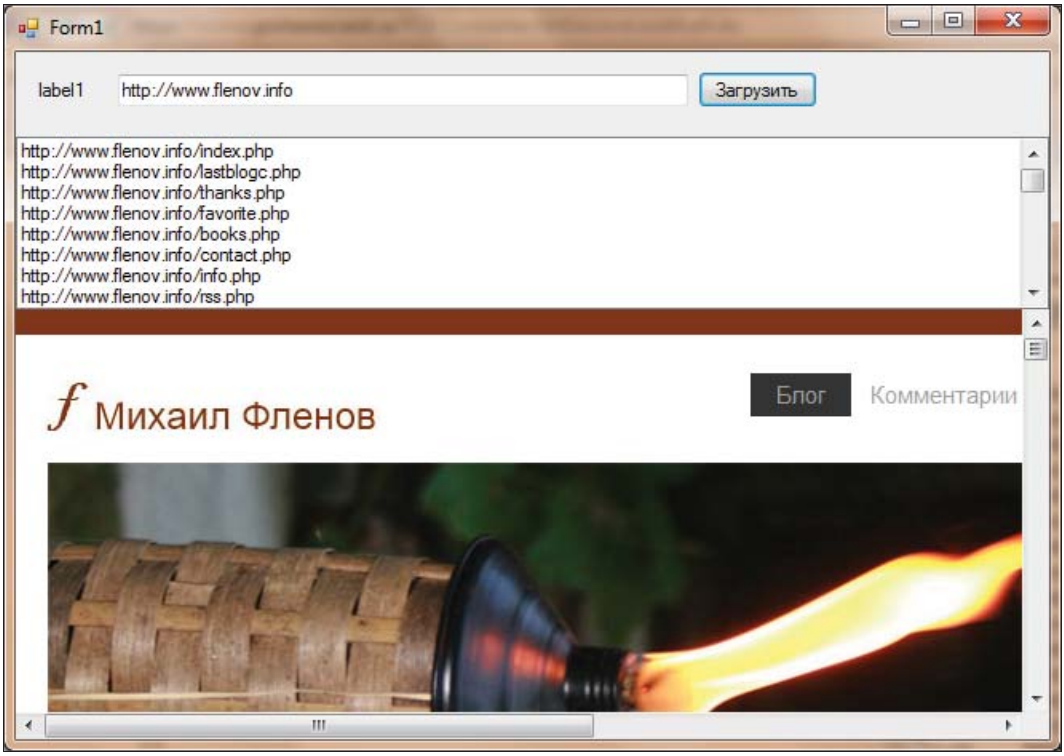


Рис. 17.3. Результат загрузки страницы с помощью `WebBrowser`

По нажатии кнопки загрузки будет выполняться следующий код из листинга 17.3.

Листинг 17.3. Работа с HTTP через браузер

```
private void button1_Click(object sender, EventArgs e)
{
   resultListBox.Items.Clear();

   // загружаем страничку в браузер
   WebBrowser browser = new WebBrowser();
   browser.Navigate(urlTextBox.Text);
   while (browser.ReadyState != WebBrowserReadyState.Complete)
     Application.DoEvents();

   // получаем все тэги <a> и перебираем их
   HtmlElementCollection elementsByTagName =
        browser.Document.GetElementsByTagName("a");
   foreach (HtmlElement element in elementsByTagName)
   {
     resultListBox.Items.Add(element.GetAttribute("href"));
   }

   foreach (Control c in panel2.Controls)
     c.Dispose();

   panel2.Controls.Add(browser);
   browser.Dock = DockStyle.Fill;
}
```

Класс `WebBrowser` является компонентом, который можно найти на панели инструментов в разделе **Common Controls**. Но я его создаю динамически, потому что изначально вообще хотел загружать страницу незаметно и не отображать ее на форме. Это потом пришло в голову показать, как выглядит результат в реальности.

Мы будем создавать компонент динамически и располагать его на форме, загружать страницу и искать все ссылки на страницу в фоне.

Итак, компоненты — это удобно, но иногда нужно просто воспользоваться их методами и возможностями, без расположения на форме. А так как компоненты — это такие же классы, то мы можем инициализировать их объекты:

```
WebBrowser browser = new WebBrowser();
```

В этой строке мы создали объект компонента браузера. Он уже готов к использованию, и мы можем загрузить любую страничку. Для этого нужно воспользоваться методом `Navigate()`, который принимает один параметр — адрес странички.

Движок браузера построен так, что он загружает страницы в фоне (асинхронно). Это значит, что после вызова метода `Navigate()` далеко не сразу же у нас появляет-

ся результат. Если бы мы просто хотели отобразить на форме результат, то о синхронизации можно было бы не заботиться. В нашем случае же нужно дождаться окончания загрузки и найти внутри загруженной странички все ссылки внутри тэгов <a>. Я покажу вам два наиболее простых метода.

Первый метод, самый простой и удобный — воспользоваться событием DocumentCompleted, которое генерируется, когда документ загружен компонентом. Так как мы создавали компонент динамически, то и на событие придется подписываться динамически. Это можно сделать, например, следующим образом:

```
browser.DocumentCompleted +=
   new WebBrowserDocumentCompletedEventHandler(
         browser_DocumentCompleted);
```

В нашем случае метод browser_DocumentCompleted() должен выглядеть следующим образом:

```
void browser_DocumentCompleted(object sender,
          WebBrowserDocumentCompletedEventArgs e)
{
  MessageBox.Show("Документ загружен");
}
```

Но при использовании событий достаточно сложно соблюдать прямолинейность выполнения программы. Допустим, вы пишете программу автоматического поиска на сайтах ошибок SQL Injection (тип уязвимости, который позволяет внедрять SQL-запрос и выполнять его на сервере жертвы). Когда я писал такой модуль для программы CyD Network Utilities (**www.cydsoft.com**), то ради экономии трафика использовал веб-запросы и разбирал результат самостоятельно. Но никто не мешает вам упростить себе задачу и использовать компонент браузера. Да, по умолчанию он грузит сайт с картинками и съедает трафик, но это решаемо. Итак, при написании модуля тестирования вам нужно загрузить страницу, найти все URL, проверить все найденные URL на ошибки, если среди найденных ссылок есть локальные, то загрузить эти документы и рекурсивно повторить операцию. В таком варианте, если использовать события, то прямолинейность выполнения кода теряется, — приходится скакать по разным участкам кода.

Намного проще вызвать метод Navigate(), и тут же в этом же методе дождаться окончания загрузки страницы. Я для этого использую цикл, который проверяет свойство браузера ReadyState. Цикл выполняется, пока это свойство не станет равным WebBrowserReadyState.Complete:

```
while (browser.ReadyState != WebBrowserReadyState.Complete)
  Application.DoEvents();
```

Внутренность цикла можно сделать пустой, а можно вызывать какую-нибудь функцию, которая будет отображать на форме анимацию и сообщать пользователю, что мы ожидаем окончания загрузки. Я в нашем примере вызываю метод DoEvents() класса Application. Этот метод проверяет очередь событий приложения и обрабатывает их. Если не делать этого, то ваше приложение просто не будет от-

кликаться на события, пока работает цикл, и пользователь может подумать, что программа зависла.

Как только состояние компонента изменилось на `Complete`, документ можно считать загруженным и начинать с ним работать. Веб-страница, которую мы запрашивали, помещается в свойство `Document`. Это объект класса `HtmlDocument` с широкими возможностями, и сейчас мы воспользуемся одной из возможностей, которая позволяет удобно работать с тэгами внутри страницы. Мы решили для примера найти все тэги ссылок `<a>`. Для этого используем метод `GetElementsByTagName()`, которому нужно передать текст искомого тэга, а на выходе получить коллекцию из результатов. Вот так вот просто и без регулярных выражений мы получаем нужный нам результат.

Метод `GetElementsByTagName()` возвращает результат в виде коллекции `HtmlElementCollection`. Каждый элемент этой коллекции — объект класса `HtmlElement`. Чтобы перебрать все элементы коллекции, я использую цикл `foreach`.

Тэг `<a>` может состоять из множества атрибутов. Например, взглянем на следующую ссылку:

```
<a href="http://www.heapar.com" title="компоненты для .net">Компоненты</a>
```

Эта простая ссылка содержит два атрибута: `href` и `title`. Формат файла HTML разрабатывался на основе XML, просто сделан намного упрощеннее. Каждый тэг может содержать атрибуты и значение. Значением в нашем случае является текст ссылки, а атрибуты — это дополнительные параметры, которые мы задаем внутри тэга.

В нашем примере мы должны вывести все ссылки, а ссылки хранятся в атрибуте `href`. Для получения атрибута используется метод `GetAttribute()`:

```
htmlElement.GetAttribute("href")
```

На этом в нашем примере работа с сетью заканчивается и начинается просто интересный код, который поможет закрепить уже пройденный материал. Мы создавали компонент браузера динамически и решили, что после работы не будем его безжалостно уничтожать, а поместим динамически на форму. Для этого я на форме специально приготовил место в виде панели с именем `panel2`. Простите, но я не стал ее переименовывать.

Для начала очистим содержимое панели. Вдруг этот код уже работал, и мы динамически уже поместили что-то поверх нее? Не стоит плодить версии браузера, по крайней мере, для нашего примера это не нужно. Чтобы очистить содержимое панели, я перебираю все компоненты, которые находятся в свойстве `Controls` панели, и вызываю для них метод `Dispose()`:

```
foreach (Control c in panel2.Controls)
  c.Dispose();
```

Теперь, когда панель чиста, я добавляю на нее браузер. Для этого достаточно воспользоваться методом `Add()` уже знакомого свойства `Controls`. Вместо удаленных компонентов я добавляю свой:

```
panel2.Controls.Add(browser);
browser.Dock = DockStyle.Fill;
```

После добавления я изменяю свойство `Dock` у браузера на `DockStyle.Fill`, чтобы он расположился на всей поверхности панели.

> ***Примечание***
>
> Исходный код примера к этому разделу можно найти в папке *Source\Chapter17\HTMLDocument* сопровождающего книгу электронного архива (см. *приложение*).

17.6. Клиент-сервер

В *разд. 17.4* мы уже написали нашу первую программу-клиент, используя сокеты. Пора попробовать написать собственный сервер, который будет получать данные от клиента, обрабатывать их и возвращать результат. Это будет классическое клиент-серверное соединение.

Все здесь реализовано внутри одной программы — как клиент, так и сервер. При этом вы сможете:

- запустить две версии этой программы на разных компьютерах и передавать данные по сети;
- запустить две версии на одном компьютере и передавать данные между программами внутри одного компьютера. Да, сокеты иногда используют и для того, чтобы обмениваться данными между приложениями внутри одного компьютера;
- запустить только одну версию программы и передавать данные внутри программы. Зачем? Некоторые программы обмениваются через сокеты данными между потоками. Это вполне достойный и универсальный метод синхронизации данных, когда вы распределяете нагрузку между потоками, что может быть выгодно на многопроцессорных системах.

Итак, пример окажется достаточно универсальным для всех трех случаев. В зависимости от вашей задачи вы сможете адаптировать мой пример по своему желанию.

Для реализации примера нам понадобится приложение с формой, как на рис. 17.4. Здесь есть также кнопки для запуска сервера, соединения с сервером и отправки команды, поле ввода для указания адреса сервера, поле для ввода текста для отправки серверу и большое поле для вывода результата.

Сразу же скажу, что полный исходный код описываемого примера можно найти в папке Source\Chapter17\SocketServer сопровождающего книгу электронного архива (см. *приложение*).

В классе формы заведите две переменные класса `Socket` для сервера и клиента с именами `server` и `client` соответственно:

```
Socket server = null;
Socket client = null;
```

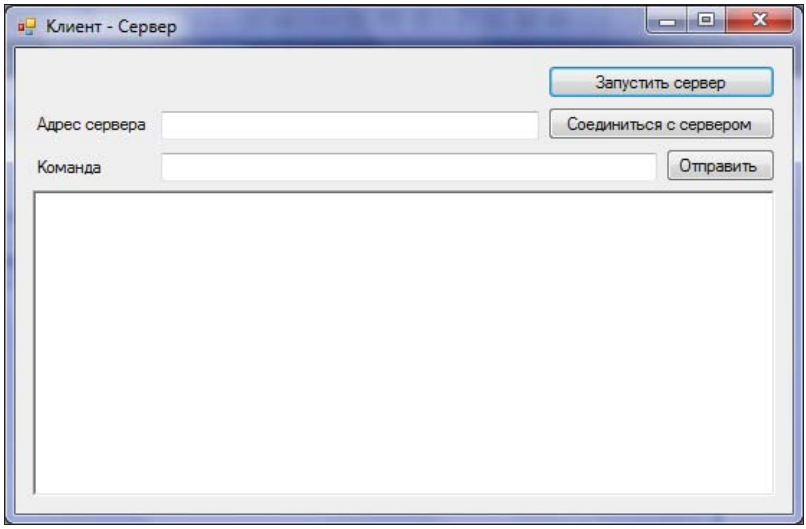


Рис. 17.4. Окно будущей клиент-серверной программы

По нажатию кнопки запуска сервера выполняется код из листинга 17.4.

Листинг 17.4. Инициализация сервера

```
if (server != null && server.Connected)
   server.Disconnect(false);

server = new Socket(AddressFamily.InterNetwork,
         SocketType.Stream, ProtocolType.Tcp);
EndPoint endPoint = new IPEndPoint(IPAddress.Any, 12345);

try
{
  server.Bind(endPoint);
  server.Listen(100);
}
catch (Exception exc)
{
  MessageBox.Show("Невозможно запустить сервер " + exc.Message);
  return;
}

server.BeginAccept(new AsyncCallback(AsyncAcceptCallback), server);
```

Сначала проверяем, не запускался ли уже сервер. И если запускался, то переменная `server` не равна нулю, а свойство `Connected` равно `true`. На всякий случай я подразумеваю, что пользователь хочет перезапустить сервер, поэтому вызываю метод `Disconnect()`, а потом уже пишу код запуска сервера.

Теперь мы готовы инициализировать сервер. Начало происходит точно так же, как и при создании клиентского сокета. Я использую вариант с тремя параметрами, указывая, что будут задействованы интернет-адресация, потоковая передача данных и протокол TCP:

```
server = new Socket(AddressFamily.InterNetwork,
         SocketType.Stream, ProtocolType.Tcp);
```

После этого создается конечная точка в виде объекта класса `IPEndPoint`. В случае с клиентским сокетом был смысл в создании конечной точки — ведь мы должны указать адрес и порт сервера, к которому нужно подсоединиться. Что указывать в случае с сервером? Ну, с портом все понятно — мы должны указать номер порта, на котором станет работать сервер. Для примера я выбрал порт под номером 12345.

А зачем же нужен IP-адрес? Тут дело чуть сложнее. Каждый сетевой интерфейс (сетевая карта, модем и т. д.) должен иметь свой собственный адрес для связи с внешним миром. Если у вас две сетевые карты, подключенные к двум разным сетям, вы можете указать IP-адрес той сетевой карты, из сети которой могут подключаться к вашему серверу. Если вы хотите, чтобы ваша серверная программа была видна со всех сетевых интерфейсов, то нужно указать `IPAddress.Any`.

У нас есть сокет и есть точка соединения. Их нужно связать между собой. Для этого служит метод сокета `Bind()`.

Теперь наш сокет готов к работе. Следующим этапом я вызываю метод `Listen()`, который открывает порт и начинает прослушивать его в ожидании подключений со стороны клиентов. Обратите внимание, что этот код я выполняю в блоке `try`. Дело в том, что на этапе связывания (вызова метода `Bind()`) может произойти исключительная ситуация, если сервер уже запускался, или какая-то другая программа уже открыла порт для прослушивания.

После начала прослушивания нужно принять как-то входящие от клиентов соединения. Один из вариантов принять входящее соединение от клиента — вызвать метод `Accept()`. Метод останавливает выполнение программы и ждет соединения. Как только первый клиент соединится с нашим сервером, метод вернет новый объект класса `Socket`, который может использоваться для обмена данными с клиентом. Этот сокет уже будет соединен с клиентом, и нам достаточно только использовать его методы для обмена сообщениями.

Но тут самое страшное в том, что этот метод блокирует работу программы. Она зависнет в ожидании, а это просто недопустимо для нашего примера. Вместо этого я использую асинхронный вариант этого метода, который называется `BeginAccept()` и принимает два параметра:

- метод, который должен быть вызван, когда клиент подключится к серверу;
- переменная, которая будет передана в этот метод.

В качестве второго параметра я передаю объект сервера, чтобы его можно было получить внутри функции, которую мы передали в качестве первого параметра. Да, у нас эта переменная и так объявлена в качестве параметра объекта, и мы легко

можем получить к ней доступ, но я все же хочу показать вам, как передавать параметр, а больше мне нечего передавать.

Итак, когда клиент подключится, будет вызван метод, который мы указали в качестве первого параметра методу `BeginAccept()`. Мой вариант этого метода выглядит следующим образом:

```
void AsyncAcceptCallback(IAsyncResult result)
{
  Socket serverSocket = (Socket)result.AsyncState;

  SocketData data = new SocketData();
  data.ClientConnection = serverSocket.EndAccept(result);

  data.ClientConnection.BeginReceive(data.Buffer, 0,
           1024, SocketFlags.None,
           new AsyncCallback(ReadCallback), data);
}
```

В качестве параметра метод получает переменную, которая реализует интерфейс `IAsyncResult`. Свойство `AsyncState` этой переменной содержит тот же объект, который мы передали в качестве второго параметра методу `BeginAccept()`. Мы передавали серверный сокет, поэтому можем просто прочитать это значение из свойства и использовать его.

Теперь я создаю новый экземпляр объекта `SocketData`. Этого объекта нет среди .NET, я его создал для своего примера. Дело в том, что в моем протоколе клиент будет посылать команды серверу, а не сервер запрашивать данные у клиента. Я думаю, что именно так происходит в большинстве сетевых протоколов. И этот объект очень сильно нам поможет. Полный исходный код этого класса можно найти в листинге 17.5.

Листинг 17.5. Вспомогательный класс для хранения данных

```
class SocketData
{
  public const int BufferSize = 1024;
  public Socket ClientConnection { get; set; }

  byte[] buffer = new byte[BufferSize];

  public byte[] Buffer
  {
    get { return buffer; }
    set { buffer = value; }
  }
}
```

В этом классе у нас всего два свойства:

- `ClientConnection` класса `Socket` — для хранения объекта, который установил соединение с клиентом;
- `Buffer` типа массива байтов, который станет использоваться для хранения полученных от клиента данных.

Итак, после создания нового экземпляра этого класса я сохраняю в свойстве `ClientConnection` результат работы метода `EndAccept()`:

```
data.ClientConnection = serverSocket.EndAccept(result);
```

В этот метод мы передаем переменную, которую мы сами получили в качестве параметра в этой функции. А в качестве результата возвращается объект класса `Socket`, который установил соединение с клиентом. Именно этот объект и сохраняется.

Теперь мы готовы принимать данные от клиента. Для этого можно использовать метод `Receive()`, но он, опять же, синхронный и блокирует работу программы, чего нам нельзя допускать. Дело в том, что клиент может вообще не прислать никаких сообщений серверу, и тот будет зря блокировать основной поток программы (мы же работаем в основном потоке и никаких дополнительных потоков не создаем).

Вместо этого я использую асинхронный метод `BeginReceive()`, который принимает аж 6 параметров:

- буфер, в который будут записаны получаемые данные;
- смещение в буфере, начиная с которого нужно записывать данные;
- размер буфера;
- флаги (все значения флагов можно посмотреть в MSDN);
- метод, который должен быть вызван, когда клиент пришлет какие-то данные;
- произвольный параметр, который мы можем передать и потом получить в методе обратного вызова. Точно так же, как мы поступали с методом `Begin-Accept()`.

В методе обратного вызова получения данных нам понадобятся буфер и объект сокета, и причем оба одновременно. Именно поэтому я создал класс `SocketData`, все необходимое сразу сохраняю в объекте этого класса и передаю в качестве последнего параметра методу `BeginReceive()`. Следующий код показывает пример метода обратного вызова:

```
void ReadCallback(IAsyncResult result)
{
  SocketData data = (SocketData)result.AsyncState;
  int bytes = data.ClientConnection.EndReceive(result);

  if (bytes > 0)
  {
    string s = Encoding.UTF8.GetString(data.Buffer, 0, bytes);
```

```
        data.ClientConnection.Send(
              Encoding.UTF8.GetBytes("Получено: " +
              s.Length + " символов"));
      }
    }
```

Этот метод получает такой же параметр интерфейса `IAsyncResult`. И объект, который мы передавали в последнем параметре `BeginReceive()`, находится в свойстве с тем же именем `AsyncState`. Еще бы, ведь интерфейс-то не изменился!

Мы вызывали прием данных асинхронно и теперь готовы завершить этот процесс. Для этого вызываем метод `EndReceive()`. В качестве параметра метод получает объект, который мы получили в качестве параметра в методе обратного вызова, а в качестве результата мы получаем количество принятых байтов. Сами данные записываются в буфер, который мы передали методу `BeginReceive()`. Именно поэтому было важно передать буфер в эту точку кода, чтобы мы могли его прочитать здесь.

Если количество байтов больше нуля, то я преобразовываю буфер в строку, используя уже знакомый нам класс `Encoding`:

```
string s = Encoding.UTF8.GetString(data.Buffer, 0, bytes);
```

Обратите внимание, что на этот раз я использую кодировку UTF-8. Когда мы писали HTTP-клиент, то должны были использовать ASCII-кодировку для строк. Но тут мы сами придумываем протокол и сами можем решать, в какой кодировке отправлять и получать данные. Вполне логично использовать более современную кодировку UTF-8, которая поддерживает символы любого языка мира. Ну, или практически любого. Насколько я знаю, китайский язык поддержали не полностью, уж слишком много там иероглифов.

Получив строку, я возвращаю клиенту обратно ответ с помощью метода `Send()` объекта сокета, который мы сохранили в свойстве `ClientConnection`. Мы уже использовали этот метод при работе с HTTP через сокеты. Только на этот раз, чтобы получить массив байтов для отправки, я, опять же, использую кодировку UTF-8.

Теперь посмотрим на код клиента, который будет вызываться в ответ на нажатие кнопки **Соединиться с сервером**. Этот код показан в листинге 17.6.

Листинг 17.6. Код соединения клиента с сервером

```
private void connectButton_Click(object sender, EventArgs e)
{
  if (client != null && client.Connected)
    client.Disconnect(false);

  IPAddress addr = GetAddress(serverAddressTextBox.Text);
  if (addr == null)
  {
     MessageBox.Show("Я в шоке, не смог разобрать адрес");
     return;
  }
```

```
  client = new Socket(AddressFamily.InterNetwork,
         SocketType.Stream, ProtocolType.Tcp);
  EndPoint point = new IPEndPoint(addr, 12345);
  try
  {
    client.Connect(point);
  }
  catch(Exception exc)
  {
     MessageBox.Show("Ошибка соединения: " + exc.Message);
  }
}
```

Код абсолютно идентичен тому, что мы использовали при работе с HTTP-протоколом. Даже не знаю, имеет ли смысл тратить время на рассмотрение того, что происходит. Наверное, мы сэкономим это место в книге, чтобы она не оказалась слишком большой и чересчур дорогой.

В листинге 17.7 показан код отправки серверу содержимого поля с формы и получения результата.

Листинг 17.7. Код отправки сообщений серверу

```
private void sendButton_Click(object sender, EventArgs e)
{
if (client == null || !client.Connected)
{
 MessageBox.Show("Сначала соединитесь с сервером");
 return;
}
client.Send(Encoding.ASCII.GetBytes(
   commandTextBox.Text));

byte[] buffer = new byte[1024];
int bytes = client.Receive(buffer);
if (bytes > 0)
{
 string s = Encoding.UTF8.GetString(buffer, 0, bytes);
 clientRichTextBox.AppendText(s + "\n");
}
}
```

На этом изучение сетевого программирования подходит к концу. Я пытался рассмотреть основы и рассказать здесь самое необходимое, что может пригодиться вам в будущем для более подробного изучения этой темы.

Заключение

В этой книге я постарался заинтересовать вас программированием для платформы .NET с использованием языка C#. Надеюсь, что мне это удалось, и я смог дать вам исходную базу для самостоятельного улучшения знаний. Я не пытался повторить официальную документацию или другие книги. Моей целью было предоставить вам такие сведения, которые станут основой для использования других источников информации.

В сопровождающем книгу электронном архиве (см. *приложение*) вы найдете множество дополнительной документации по программированию и не только для .NET. Помимо сведений о программировании я выложил там достаточно много информации и по Microsoft SQL Server, что будет полезно тем, кто собирается связать свою жизнь с миром баз данных.

Нет ничего идеального, и если вы нашли в книге ошибку, то просьба сообщить мне об этом через мой сайт **www.flenov.info**. Буду рад увидеть любые замечания и комментарии по этой книге.

Список литературы

1. Агуров П. C#. Разработка компонентов в MS Visual Studio 2005/2008. — СПб.: БХВ-Петербург, 2008. — 480 с.
2. Нортроп Т. Разработка защищенных приложений на Visual Basic .NET и Visual C# .NET. Учебный курс Microsoft. — СПб.: БХВ-Петербург, 2007. — 688 с.
3. Фленов М. Transact-SQL. — СПб.: БХВ-Петербург, 2006. — 550 с.
4. Фленов М. Компьютер глазами хакера. — 3-е изд. — СПб.: БХВ-Петербург, 2012. — 272 с.
5. Фленов М. Программирование на C++ глазами хакера. — 2-е изд. — СПб.: БХВ-Петербург, 2009. — 320 с.
6. **www.codeplex.com** — сайт для проектов с открытым исходным кодом от компании Microsoft.
7. **www.codeproject.com** — один из самых старых сайтов по языкам C и C++. Содержит также большой раздел по .NET-технологиям, где можно найти статьи и примеры с исходными кодами по различным темам.
8. **www.flenov.info** — мой сайт, на котором можно найти статьи и заметки о программировании и не только.
9. **www.msdn.com** — классический ресурс любого программиста .NET. Лично я уже не устанавливаю файлы помощи на свой компьютер, потому что они отнимают слишком много места, а все свежее и полезное всегда доступно онлайн в MSDN.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Описание электронного архива, сопровождающего книгу

Электронный архив с этой информацией можно скачать по ссылке **ftp://ftp.bhv.ru/9785977568272.zip** или со страницы книги на сайте издательства **https://bhv.ru/**.

Папки	Описание
\Documents	Дополнительная документация по программированию .NET, по среде разработки Visual Studio и по базам данных
\Source	Исходные коды программ из книги

Предметный указатель

О

П

Р

С

Т

У

Ф

Ц

Ш