



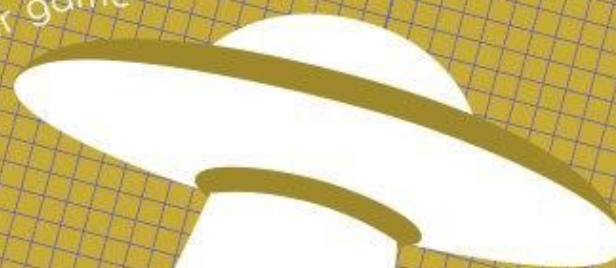
for server

# TYPESCRIPT

## DEFINITIVE 3.8

### GUIDE

for game



# 1 Общее - Что такое и для чего нужен TypeScript

## 1.1 Что такое TypeScript

*TypeScript* — это язык программирования со статической типизацией, позиционирующий себя как язык, расширяющий возможности *JavaScript*.

*Typescript* код компилируется в *JavaScript* код, который можно запускать как на клиентской стороне (браузер), так и на стороне сервера (*nodejs*). Качество сгенерированного кода сопоставимо с кодом, написанным профессиональным разработчиком с большим стажем. Мультиплатформенный компилятор *TypeScript* отличается высокой скоростью компиляции и распространяется по лицензии Apache, а его разработка ведётся с помощью разработчиков со всего мира.

## 1.2 История TypeScript

Разработчиком языка *TypeScript* является **Андерс Хейлсберг**, также известный как создатель языков *Turbo Pascal*, *Delphi*, *C#*. С момента своего анонсирования компанией *Microsoft* в 2012 году, *TypeScript* не перестает развиваться и склоняет все больше профессиональных разработчиков писать свои программы на нем. Поэтому, на текущий момент, практически невозможно найти библиотеку, которая бы не была портирована на *TypeScript*. Мотивацией к созданию *TypeScript* послужила увеличивающаяся сложность приложений, которые перестали уступать своим старшим братьям — desktop-приложениям.

## 1.3 Для чего нужен TypeScript

Прежде всего, *TypeScript* предназначен для выявления ошибок на этапе компиляции, а не на этапе выполнения. Кроме того, за счет системы типов разработчики получают такие возможности, как подсказки и переходы по коду, которые значительно ускоряют процесс разработки. Помимо этого, система типов в значительной степени избавляет разработчиков от комментирования кода. Часто отпадает необходимость описания происхождения кода, которая, в отличие от предназначения кода, занимает большую часть времени. Также, при уделении малого внимания архитектуре, система типов накладывает ограничения, которые выявляют её проблемы на более ранних этапах, что значительно снижает стоимость перепроектирования.

Если при создании нового проекта планируется использовать *JavaScript* код, оставшийся от предыдущих проектов, то это не составит никакой проблемы. Компилятор *TypeScript* отлично справляется с динамическим *JavaScript* кодом, включенным в свою типизированную среду, и даже выявляет в нем ошибки. Кроме того, при компиляции *.ts* файлов в *.js* дополнительно генерируются файлы декларации *.d.ts*, с помощью которых разработчики, которые пишут свои программы исключительно на *JavaScript*, будут иметь полноценный автокомплит.

## 1.4 Зачем разработчику TypeScript

*TypeScript* значительно сокращает время на устранение ошибок и выявление багов, которые порой не так просто отыскать в динамической среде *JavaScript*. Кроме того, сокращается объем комментариев на которые тоже уходит немало времени.

В случае, если для разработчика *TypeScript* является первым типизированным языком, следует знать, что его изучение значительно ускорит процесс профессионального роста, так как типизированный мир открывает аспекты программирования, которые в динамических языках просто неочевидны.

Помимо этого, *TypeScript* позволяет писать более понятный и читаемый код, который максимально описывает предметную область, за счет чего архитектура становится более выраженной, а разработка неявно увеличивает профессиональный уровень программиста.

Всё это, в своей совокупности, сокращает время разработки программы, снижая её стоимость и предоставляя разработчикам возможность поскорее приступить к реализации нового и ещё более интересного проекта.

## 2 Экскурс в типизацию - Вступление

### 2.1 Экскурс в типизацию — Вступление

Тема типизации и всё то что входит в её определение, является частой темой при обсуждении различных областей связанных с разработкой программ.

Любой профессионал который вовлечен в разработку, должен быть посвящен в тонкости типизации и уметь принимать решения в зависимости от выбранного языка программирования, чтобы облегчить и ускорить написание кода и тем самым сократить затраты связанные с разработкой программного обеспечения.

Профессиональный разработчик обязан разбираться в типизации, для того чтобы уметь осмысленно использовать возможности того или иного языка программирования в очередном проекте.

Начинающему разработчику понимание типизации может помочь принять правильное решение, от которого будет зависеть вся его карьера. Ведь каждый язык программирования привносит в жизнь разработчика не только возможности, но и неповторимую идеологию.

Эта серия посвященная типизации в языках программирования рассчитана на тех, кто сомневается в познании данной области или вовсе с ней не знаком.

Совсем скоро Вы познакомитесь с такими понятиями, как

Система типов

Тип данных

Типы значение

Ссылочные типы

Явные/неявные преобразования

Типизация

Типизированные/нетипизированные языки программирования

Статическая/динамическая типизация

Сильная/слабая типизация

Явная/неявная типизация

Вывод типов

Совместимость типов



И перед тем как приступить к освещению указанных выше тем, хотелось бы обратить внимание на то, что все примеры, которые нуждаются в коде, будут продемонстрированы с применением языка *TypeScript-псевдо*. Псевдо означает, что будут использоваться типы, которых в самом *TypeScript* не существует.

## 3 Экскурс в типизацию - Система типов, тип данных, значимые и ссылочные типы

### 3.1 Экскурс в типизацию — система типов, тип данных, значимые и ссылочные типы

В зависимости от среды выполнения, операции над данными могут быть ограничены некими правилами. Для каждого конкретного вида данных декларируются конкретные правила. В роли конкретного свода правил выступает тип данных.

Среда выполнения, в которой отсутствует классификация данных и ограничения на операции над ними, не имеет типов, поэтому такую среду выполнения справедливо называть нетипизированной. И наоборот, среду выполнения, которая классифицирует данные и операции над ними, справедливо называть типизированной.

В основе любой типизированной среды выполнения лежит такое фундаментальное понятие, как система типов. Сложно сформулировать исчерпывающее определение термину *система типов*, затронув все аспекты, все значения, которые вкладывают в этот термин разработчики из различных областей.

### 3.2 Система Типов

*Система Типов* — это совокупность правил, назначающих свойства, именуемые *типами*, различным конструкциям, составляющим программу. Обычно к конструкциям, нуждающимся в аннотации типов, относятся переменные, поля и свойства объектов, а также параметры и возвращаемые функциями значения.

В основе системы типов любого языка программирования всегда лежит *базисная система типов*, встроенных в язык. К базисным, или встроенным, типам данных относятся такие типы, как `byte`, `int`, `string`, `boolean`, `object` и им подобные. На их основе среда выполнения или разработчик могут определять типы данных более высокого уровня, например `Date` или `Array`.

### 3.3 Тип данных (тип)

Понятие *тип данных* является фундаментальным в теории программирования. Тип данных (или просто тип) — это характеристика определяющая множество значений и операций, которые могут быть выполнены над этими данными.

В зависимости от языка программирования, тип данных может хранить информацию о данных, к которым относятся поля, свойства, методы и другие структуры языка, а также о том, в каком месте, в *стеке* (stack) или *куче* (heap) будет выделяться память во время выполнения программы, а также её объем; в каких операциях (как, например, сложение `+`, умножение `*`, присваивание `=` и т.д.) может участвовать тип данных.

Типы данных делятся на два вида:

*типы значения* (value type) - хранят значение (их ещё называют *значимыми типами*)

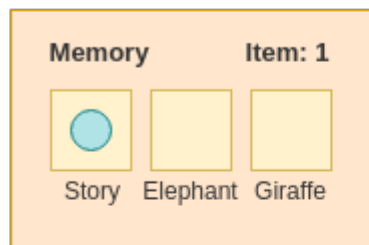
*ссылочные типы* (reference types) - хранят ссылку на значение.

При операции присваивания значения, принадлежащего к значимому типу, данные копируются (дублируются) в памяти. При операции присваивания значения, принадлежащему к ссылочным типам, копируется лишь ссылка на данные.

### 3.4 Тип данных, передающийся по значению (примитивный тип)

Когда переменная, ассоциированная со значением, принадлежащим к значимому типу данных, участвует в операции присвоения, операнд из левой части будет ассоциирован не со значением правого операнда, а с его копией. Другими словами, значение будет дублировано в памяти и переменные будут ассоциированы с разными значениями-участками памяти. При изменении любой переменной своего значения, значения других переменных затронуты не будут.

## Передача по значению



### Step: 0

В хранилище Store хранится одно яблоко.



### Step: 1

Даем яблоко слону и жирафу.



### Step: 2

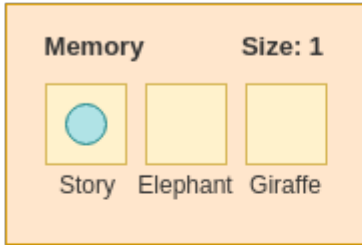
Слон откусывает часть яблока.

Обычно говорят, что переменные с типом значения хранят значение и передаются по значению.

### 3.5 Тип данных, передающийся по ссылке

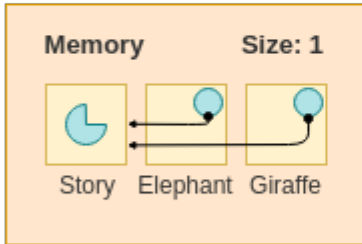
Если переменная, ассоциированная со ссылочным типом данных, участвует в операции присваивания, операнду из левой части будет присвоена ссылка на значение, с которым ассоциирован операнд из правой части. Другими словами обе переменные будут ассоциированы с одним и тем же значением и участком памяти. В таком случае, если изменить значение любой ссылочной переменной, изменения затронут все переменные, ассоциированные с этим значением.

# Передача по ссылке



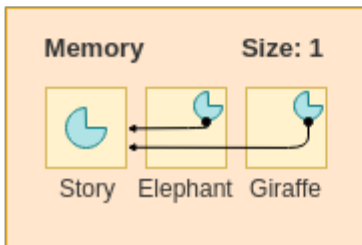
## Step: 0

В хранилище Store хранится одно яблоко.



## Step: 1

Даем яблоко слону и жирафу.



## Step: 2

Слон откусывает часть яблока.

Обычно говорят, что переменные ссылочного типа ссылаются на значение и передаются по ссылке.

## 3.6 Итоги

*Системой Типов* называется совокупность правил, назначающих свойства, называемые типами, различным конструкциям, составляющим программу, чья база позволяет среде выполнения и разработчику определять типы данных более высокого уровня.

*Тип данных* (или просто *тип*) — это характеристика данных, которая определяет множество значений и операций, которые могут быть выполнены над этими данными.

Типы данных разделяются на *типы значения* и *ссылочные типы*.

Типы значения передаются по значению, при этом выделяется дополнительная память.

Ссылочные типы передаются с помощью ссылок на участок памяти, хранящий данные.

## 4 Экскурс в типизацию - Связывание, типизация, вывод типов

### 4.1 Связывание (Binding)

Прежде чем код высокого уровня превратится в последовательность машинных инструкций, которые смогут выполняться на компьютере, его нужно к этому подготовить. Детали зависят от

конкретного языка программирования, но общим для всех является то, что компилятор или интерпретатор должен построить понятную ему модель на основе определяемого языком синтаксиса. Построение модели разделяется на этапы *лексического*, *синтаксического* и *семантического* анализа.

## 4.2 Лексический анализ (токенизация - tokenizing)

На этапе *лексического анализа* исходный код разбивается на лексемы, при этом пробелы и комментарии удаляются.

*Лексема* - это последовательность допустимых символов.

К примеру, рассмотрим следующий код:

```
var n = 100 + 2 * 3;
```

Этот код будет разбит на девять лексем: `var`, `n`, `=`, `100`, `+`, `2`, `*`, `3`, `;`.

## 4.3 Синтаксический анализ (разбор - parsing)

На этапе *синтаксического анализа* обычно строится дерево разбора путем определения последовательности лексем. Его ещё называют *синтаксическим деревом*.

В качестве примера можно привести предыдущий код, в котором порядок операций вычисления выражений изменен из-за присутствия в нем оператора умножения. Простыми словами результат выражения будет вычисляться не слева направо, а справа налево. Именно на этапе синтаксического анализа и определяется правильная последовательность.

```
var n = 100 + 2 * 3;
```

## 4.4 Семантический анализ

На этапе *семантического анализа*, который считается самым важным этапом, устанавливается семантика (смысл) построенного на предыдущем шаге дерева разбора.

В процессе семантического анализа в зависимости от среды выполнения, может осуществляться привязка идентификаторов к типу данных, проверка совместимости, а так же вычисление типов выражений.

Результатом выполнения этапа является расширенное дерево разбора, новое дерево, либо другие структуры, которые будут способствовать дальнейшему разбору и преобразованию промежуточного кода.

Независимо от того, какая структура будет получена на этапе семантического анализа, такие конструкции как переменные, поля, свойства, параметры и возвращаемые функциями и методами значения установят связь с типами данных, к которым они принадлежат. Другими словами, произойдет связывание.

*Связывание* (binding) - это операция ассоциирования конструкций нуждающихся в аннотации типа с типами данных к которым они принадлежат.

## 4.5 Типизация

После того как были рассмотрены фундаментальные понятия лежащие в основе термина типизация, сформулируем его определение.

*Типизация* - это процесс установления принадлежности результата выражения к типу данных с последующим связыванием его с объектом данных, представляющим его в программе.

## 4.6 Вывод Типов (type inference)

*Вывод типов* — это возможность компилятора (интерпретатора) определять тип данных, анализируя выражение.

Для переменной не имеющей явной аннотации типа, компилятор определит тип данных на основе результата присваиваемого выражения.

```
// так разработчик видит  
var n = 5 + 5; // так видит компилятор var n: number = 5 + 5;
```

В большинстве случаев термин *вывод типов* употребляется относительно языков нуждающихся в предварительной компиляции, на этапе которой и происходит указание типов данных путем их вывода. В контексте интерпретируемых языков вывод типа упоминается реже - в них при помощи вывода типов производятся оптимизации на этапе выполнения.

## 4.7 Итоги

*Связывание* - это операция определения принадлежности к типу данных с последующей ассоциацией его с объектом данных.

*Типизация* - это процесс в котором программа устанавливает принадлежность к типу данных и связывает его с объектом данных.

*Вывод типов* - это способность компилятора/интерпретатора самостоятельно определять типы на основе выражений.

# 5 Экскурс в типизацию - Преобразование типов

## 5.1 Экскурс в типизацию — Преобразование типов

Преобразование типов — очень важная часть типизированного мира.

*Преобразование типов* (type conversion, typecasting) — это процесс преобразования значения одного типа в значение другого типа.

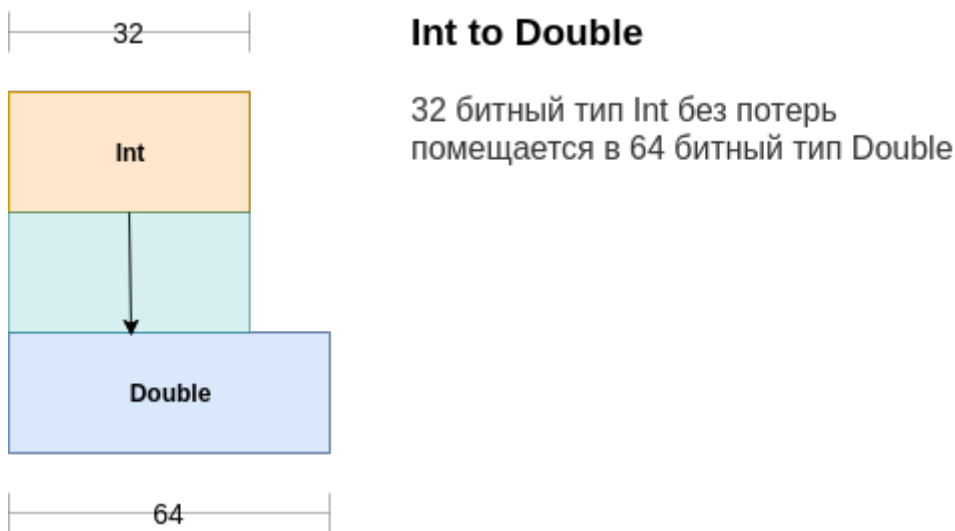
Преобразование типов делятся на *явные* и *неявные* преобразования.

## 5.2 Неявные Преобразования

*Неявные преобразования* не требуют никаких языковых конструкций и не приводят к утрате данных.



Примером неявного преобразования может служить преобразование значения типа `int` в тип `double`. Являясь 64-битным вещественным типом, `double` может хранить любое значение 32-битного целочисленного типа `int`.

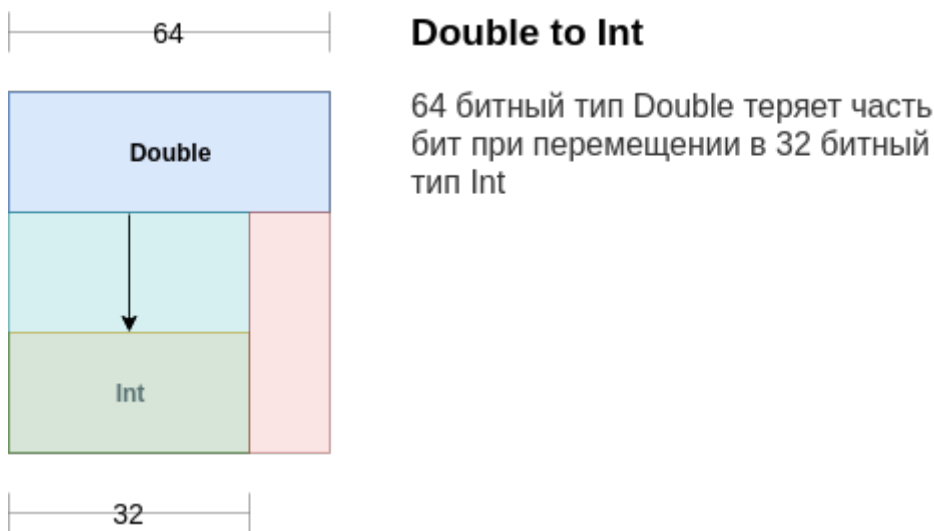


Как показано на изображении выше, преобразование `int` в `double` не приводит к потере данных, так как 32-битное значение уместается в 64 битах.

### 5.3 Явные Преобразования

*Явные преобразования*, которые для ясности часто называют приведением типов, описываются разработчиком и требуют указания языковых конструкций, называемых *операторами приведения*. Приведение типов требуется тогда, когда в процессе преобразования данные могут быть утрачены или по каким-то причинам процесс может завершиться ошибкой.

Самым простым примером явного преобразования служит преобразование типа `double`, используемого для хранения 64-битных значений с плавающей запятой, к целочисленному типу `int`.



Изображение выше демонстрирует потерю данных при преобразовании 64-битного типа `double` к 32-битному типу `int`.

## 5.4 Итоги

Преобразование типов — это процесс преобразования значения одного типа в значение другого типа.

Случаи, в которых требуется явное преобразование, приводят к потере данных и могут завершиться ошибкой.

Явное преобразование типов осуществляются разработчиком и требуют указания операторов приведения.

Явное преобразование типов для большей ясности называют приведением типов.

В случае неявных преобразований языковые конструкции не требуются и потери данных не происходят.

## 6 Экскурс в типизацию - Типизированные и нетипизированные языки программирования

### 6.1 Экскурс в типизацию — Типизированные и нетипизированные языки программирования

Языки программирования по признакам типизации делятся на две категории - *нетипизированные* (untyped) и *типизированные* (typed). К нетипизированным можно отнести например *Assembler* или *Forth*, а к типизированным *Java*, *C#*, *JavaScript* или *Python*.

### 6.2 Нетипизированные языки

*Нетипизированные* или *бестиповые* языки, как правило — очень старые низкоуровневые языки, на которых программы являются набором машинных команд и пишутся, в основном, для взаимодействия с аппаратным обеспечением. Бестиповые языки позволяют производить любые операции над любыми данными, которые представлены в них как цепочки бит произвольной длины.

### 6.3 Типизированные языки

*Типизированные* языки сделали разработку программ более осмысленной и эффективной. Этот факт оказался настолько весомым, что в основу всех современных языков легло такое фундаментальное понятие, как система типов. По причине того, что авторы пытались решить разные задачи, создаваемые ими языки стали различаться по видам типизации.

Типизированные языки делятся на:

*статически и динамически* типизированные;

*сильно и слабо* типизированные;

*явно и неявно* типизированные.

## 7 Экскурс в типизацию - Статическая и динамическая типизация

### 7.1 Экскурс в типизацию — статическая и динамическая типизация

При таких операциях, как сложение целых чисел, машина не способна проверить принадлежность к типу переданных ей операндов. Для неё это просто последовательность битов. Отсутствие механизма проверки типов делает низкоуровневые программы ненадежными.

Контроль типов устанавливает принадлежность каждого операнда к конкретному типу данных, а также проверяет его на совместимость с оператором, участвующим в текущей операции. Любое несоответствие приводит к возникновению ошибки.

Этап на котором происходит контроль типов, определяет вид типизации. Контроль типов который происходит на этапе компиляции, называется *статическим контролем типов* или *статической типизацией*. Контроль типов, который происходит на этапе выполнения программы, называется *динамическим контролем типов* или *динамической типизацией*.

### 7.2 Статическая типизация (Static Typing)

*Статическая типизация* обуславливается тем, что нуждающаяся в аннотации типа конструкция связывается с типом данных в момент объявления, на этапе компиляции. При этом связь с типом данных остается неизменной.

Другими словами, до того момента, как программа будет запущена, компилятор осуществляет проверку совместимости типов участвующих в различных операциях. Сущность, представляющая любую конструкцию, нуждающуюся в аннотации типа, связывается с типом данных при объявлении. При этом связь с типом данных в дальнейшем не может быть изменена.

За счет того, что большая часть проверок происходит на этапе компиляции, программа обладает большей производительностью из-за отсутствия проверок во время выполнения по сравнению с программой с динамическим контролем типов.

Языки со статической проверкой типов значительно повышают семантическую привлекательность кода делая его более читабельным.

Благодаря статическому контролю типов, редактор кода способен на основе синтаксического анализа выводить вспомогательную информацию, ускоряющую разработку.

К статически типизированным относятся такие языки, как *C#, Java*.

### 7.3 Динамическая Типизация (Dynamic Typing)

*Динамическая типизация* обусловлена тем, что конструкция, нуждающаяся в аннотации типа, связывается с типом данных на этапе выполнения программы, в момент присвоения значения. При этом связь с типом данных может быть изменена.

В динамической среде выполнения тип данных может быть определен только на основании вычисленного результата выражения. При этом операция присвоения значения может изменить тип данных сущности, с которым она была связана ранее.

Динамический контроль типов проверяет операнды на совместимость типов и совместимость с оператором в каждой отдельной операции. Проверка типов данных во время выполнения программы не может не отразиться на производительности. Поэтому языки с динамическим

контролем типов проигрывают в производительности языкам со статическим контролем типов, у которых совместимость проверяется на этапе компиляции.

По причине выявления несовместимости типов только во время выполнения программы ошибки выявляются менее эффективно. Программа не узнает о скрывающейся в ней ошибке, пока не дойдет очередь до выполнения проблемного участка кода.

К тому же, редакторы кода, даже современные, испытывают трудности при синтаксическом анализе кода, нужного для вывода информации, облегчающей разработку.

К динамически типизированным языкам относятся такие языки как *PHP*, *Python*, *JavaScript*.

И напоследок остается добавить что в языках со статической типизацией существуют возможности динамического связывания.

## 7.4 Итоги

В языках со статическим контролем типов связывание с типом данных происходит на этапе компиляции (при объявлении) и остается неизменным.

Программы со статическим контролем типов являются более производительными за счет того, что львиная доля проверок приходится на этап компиляции.

Статический контроль типов повышает семантику кода.

За счет статического анализа кода редакторы делают разработку более эффективной.

В языках с динамическим контролем типов связывание с типом данных происходит на этапе выполнения программы (при операции присваивания значения) и может быть изменено.

Программы с динамическим контролем типов за счет того, что проверки выполняются в момент выполнения программы, менее производительны по сравнению с программами, имеющими статический контроль типов.

Программы с динамическим контролем типов в большей мере подвержены трудновывяемым ошибкам.

Программы с динамическим контролем типов обладают слабой семантической выразительностью.

Динамический контроль типов затрудняет редакторам кода осуществлять вывод вспомогательной информации о коде.

## 8 Экскурс в типизацию - Сильная и слабая типизация

### 8.1 Экскурс в типизацию — Сильная и слабая типизация

Языки программирования также разделяются на *сильно типизированные* и *слабо типизированные*. Очень часто можно услышать их неверные синонимы - *строгая типизация* и *нестрогая типизация*. Эти синонимы считаются неверными по той причине, что в англоязычной литературе эти термины звучат как *strongly typed* и *weakly typed*, что дословно переводится как сильно типизированные и слабо типизированные.

## 8.2 Сильная типизация (strongly typed)

Языки с *сильной типизацией* не разрешают выполнение выражений с несовместимыми типами и не выполняют неявное преобразование типов в ситуациях, когда нужно выполнять преобразование явно.

Сильно типизированный язык не позволит такие операции, как умножение числа на массив и не выполнит неявного преобразования объекта к строке.

```
var multy = (a, b) => a * b;

var number = 5;
var array = [0, 1, 2];

var result = multy(number, array[2]); // Ок, вернёт 10
var result = multy(number, array); // Ошибка

var welcome = name => 'Hello' + ' ' + name;

var user = {
  name: 'Bob'
};

var result = welcome(user.name); // Ок, вернёт 'Hello Bob'
var result = welcome(user); // Ошибка
```

В языках с сильной типизацией при операциях, способных привести к потере значения или получению неадекватного значения, возникает ошибка. Благодаря этому качеству сильно типизированные языки в меньшей степени подвержены багам.

К языкам с сильной типизацией можно отнести такие языки, как *Java*, *C#* и другие.

## 8.3 Слабая типизация (weakly typed)

Языки со *слабой типизацией* разрешают выполнение выражений с любыми типами и самостоятельно выполняют неявное преобразование.

Например, в *JavaScript* при операции сложения строки и числа второй операнд может быть неявно приведён к строке, а при сложении строки и объекта объект будет неявно приведён к значению, возвращаемому объектом из метода `toString()`.

```
var add = (a, b) => a + b;

var results = add(5, 5); // Ок, вернёт 10
var result = add('Hello', 5); // Ошибки не будет, но результат будет Hello5

var welcome = name => 'Hello' + ' ' + name;

var user = {
  name: 'Bob'
```



```
};
```

```
var result = welcome(user.name); // Ок, вернёт 'Hello Bob'
```

```
var result = welcome(user); // Ошибки не будет, но в результате вернёт 'Hello [object Object]'
```

Из-за того, что в языках со слабой типизацией допускаются неявные преобразования, существует высокая вероятность возникновения трудно выявляемых багов. Такие баги появляются по причине того, что неявное преобразование типов не всегда приводит к ошибке. В некоторых случаях программа получает данные ожидаемого типа, но непредсказуемого значения.

```
var valueA = 5 + '5'; // Вернёт 55 (string) вместо 10 (number)
```

```
var valueB = valueA * 2; // Вернет 110 (number) вместо 20 (number)
```

К языкам со слабой типизацией относятся *JavaScript* или *PHP*.

## 8.4 Итог

Сильная типизация не позволяет выполнять выражения с различными типами и не преобразует неявно типы данных, которые нуждаются в явном преобразовании.

Слабая типизация, напротив, позволяет выполнять выражения с операциями над различными типами данных и выполняет неявные преобразования.

# 9 Экскурс в типизацию - Явная и неявная типизация

## 9.1 Экскурс в типизацию — явная и неявная типизация

Помимо деления на *статическую/динамическую* и *сильную/слабую* типизацию, языки программирования разделяются на языки с *явной* и *неявной* типизацией.

## 9.2 Явная типизация (explicit typing)

Язык с *явной типизацией* предполагает, что указание принадлежности к конкретному типу при объявлении языковых элементов возлагается на разработчика.

Явная типизация за счет наличия типизированных параметров и возвращаемого типа у функций и методов, а также указания типов при объявлении переменных, свойств и полей, делает код более понятным (читабельным) и позволяет разработчикам, не знакомым с кодом, быстрее включаться в процесс разработки, тем самым снижая время на модификацию программы.

Явная типизация обязывает явно указывать типы и тем самым способствует развитию у разработчика навыков, необходимых при проектировании архитектуры программ.

В львиной доле языков с явной типизацией существует возможность указывать типы неявно.

Рассмотрим пример кода демонстрирующего явную типизацию.

```
class Controller {
    public check(eggs: IEgg[]): boolean {
        const isValid: boolean = Validator.valid(eggs);

        return isValid;
    }
}
```

Класс `Controller` содержит метод `check`, который имеет один обязательный параметр `eggs` с типом `IEgg[]` и возвращающий тип `boolean`. Если бы не явно указанные типы параметров, то разработчикам пришлось бы только гадать с чем именно им предстоит работать. Это же относится и к возвращаемому типу.

Результатом выполнения `Validator.valid( eggs )` внутри метода `check` является возвращаемое из функции значение типа `boolean`. Если бы при объявлении переменной `isValid` тип `boolean` не был бы указан явно, то было бы сильно сложнее догадаться то же возвращает метод `valid`.

Разработчику впервые увидевшего этот код или тому который имел с ним дело очень давно, не составит труда разобраться за что отвечает данный участок кода.

К языкам с явной типизацией относятся C++, C# и многие другие.

### 9.3 Неявная типизация (implicit typing)

Язык с *неявной типизацией* при объявлении языковых элементов не требует от разработчика указания принадлежности к конкретному типу данных и возлагает определение типов на компилятор или интерпретатор.

За основу примера неявной типизации возьмем код из предыдущего примера и лишим его всей атрибутики, связанной с явной типизацией.

```
class Controller {
    check(eggs) {
        const isValid = Validator.valid(eggs);

        return isValid;
    }
}
```

Этот код стал занимать меньше места, что является одним из нескольких доводов, которые можно услышать в пользу языков с неявной типизацией. Но на самом деле это не так.

На практике считается хорошим тоном при объявлении языковых элементов уделять особое внимание именованию. Ведь именно от выбора названия будет зависеть то время, которое уйдет у программиста на понимание участка кода при отладке, рефакторинге или модернизации.

Те же рассуждения, в процессе которых происходит рождение более информационного названия, приводят к более детальному осмыслению кода.

```
class EggController {
    checkEgg(eggAll) {
        const isEggValid = EggValidator.qualityEggValid(eggAll);

        return isEggValid;
    }
}
```

Именно по этой причине правило именования распространяется и на языки с явной типизацией.

А тот факт, что неявная типизация позволяет реализовывать несложные алгоритмы с меньшими временными затратами, разбивается о возможность всех современных языков с явной типизацией с помощью вывода типов указывать тип неявно.

```
class EggController {
    public checkEgg(eggAll: IEgg[]): boolean {
        const isEggValid: boolean = EggValidator.qualityEggValid(eggAll);

        return isEggValid;
    }
}
```

К языкам с неявной типизацией относятся такие языки, как *JavaScript*, *PHP* и другие.

## 9.4 Итог

Явная типизация возлагает указания типов на разработчика, развивая у него навыки, требующиеся при проектировании программ, и делает код более читабельным.

Языки с явной типизацией за счет вывода типов имеют возможность указывать типы неявно.

Неявная типизация возлагает определение типа на компилятор или интерпретатор.

# 10 Экскурс в типизацию - Совместимость типов на основе вида типизации

## 10.1 Совместимость типов (Types Compatibility)

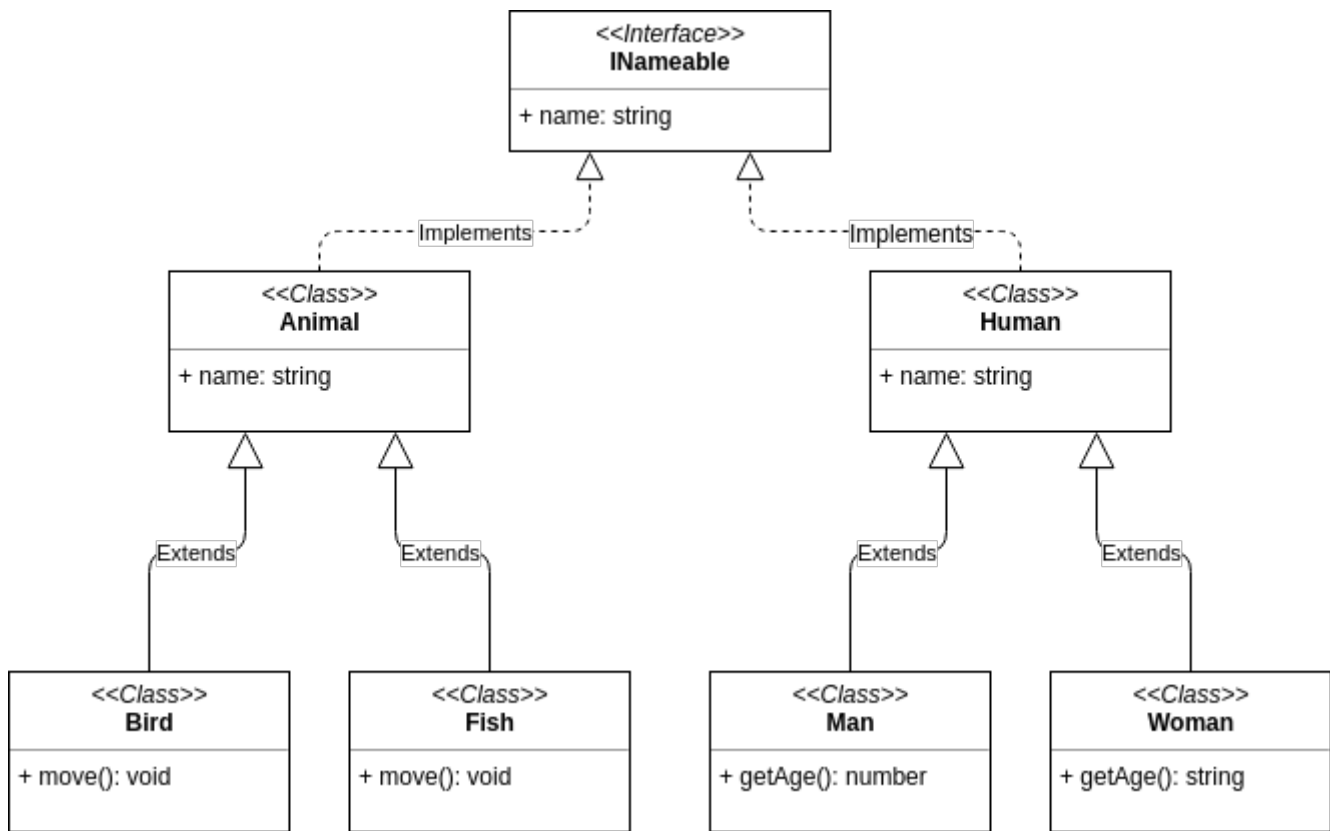
Немаловажной особенностью типизации является понятие совместимости типов.

*Совместимость типов* — это совокупность правил, на основе которых программа, анализируя два типа данных, принимает решение о возможности одного типа данных заменить другой таким образом, чтобы замена не нарушила выполнение программы. Простыми словами, совместимость типов — это механизм, по которому происходит сопоставление типов.

Существует несколько основных механизмов и выбор конкретного зависит от случая, при котором возникает потребность сопоставления типов данных. Один из таких механизмов состоит из

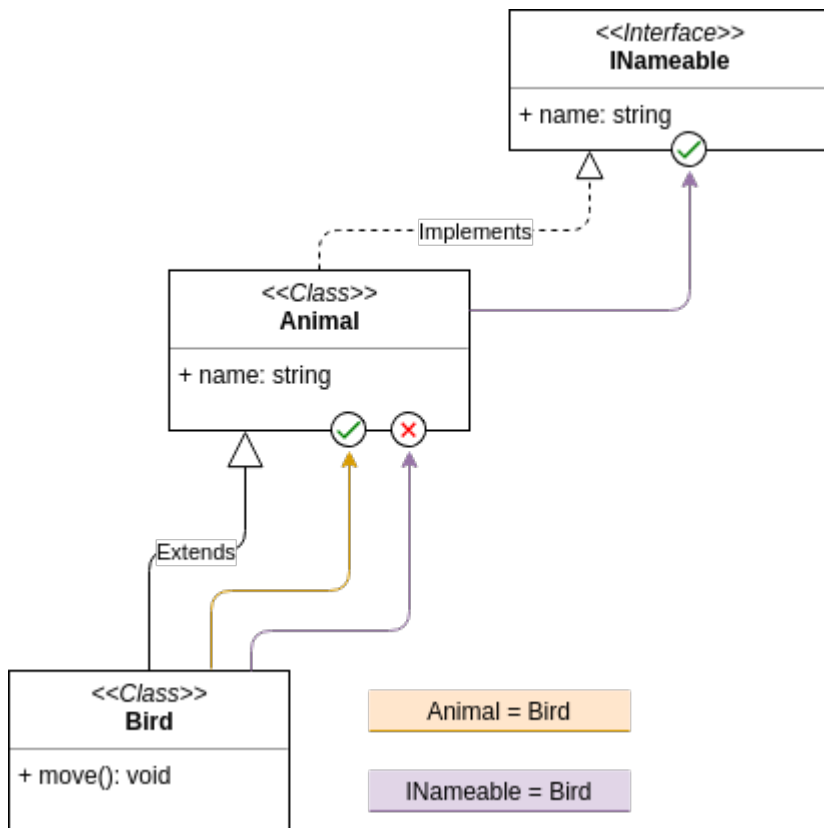
совокупности правил, составляющих такое понятие, как типизация. Из существующего множества правил можно выделить несколько групп, которые образуют три вида типизации — номинативную, структурную и утиную.

Чтобы различия между ними были более очевидными, все они будут рассматриваться на одном примере, диаграмма которого показана ниже.



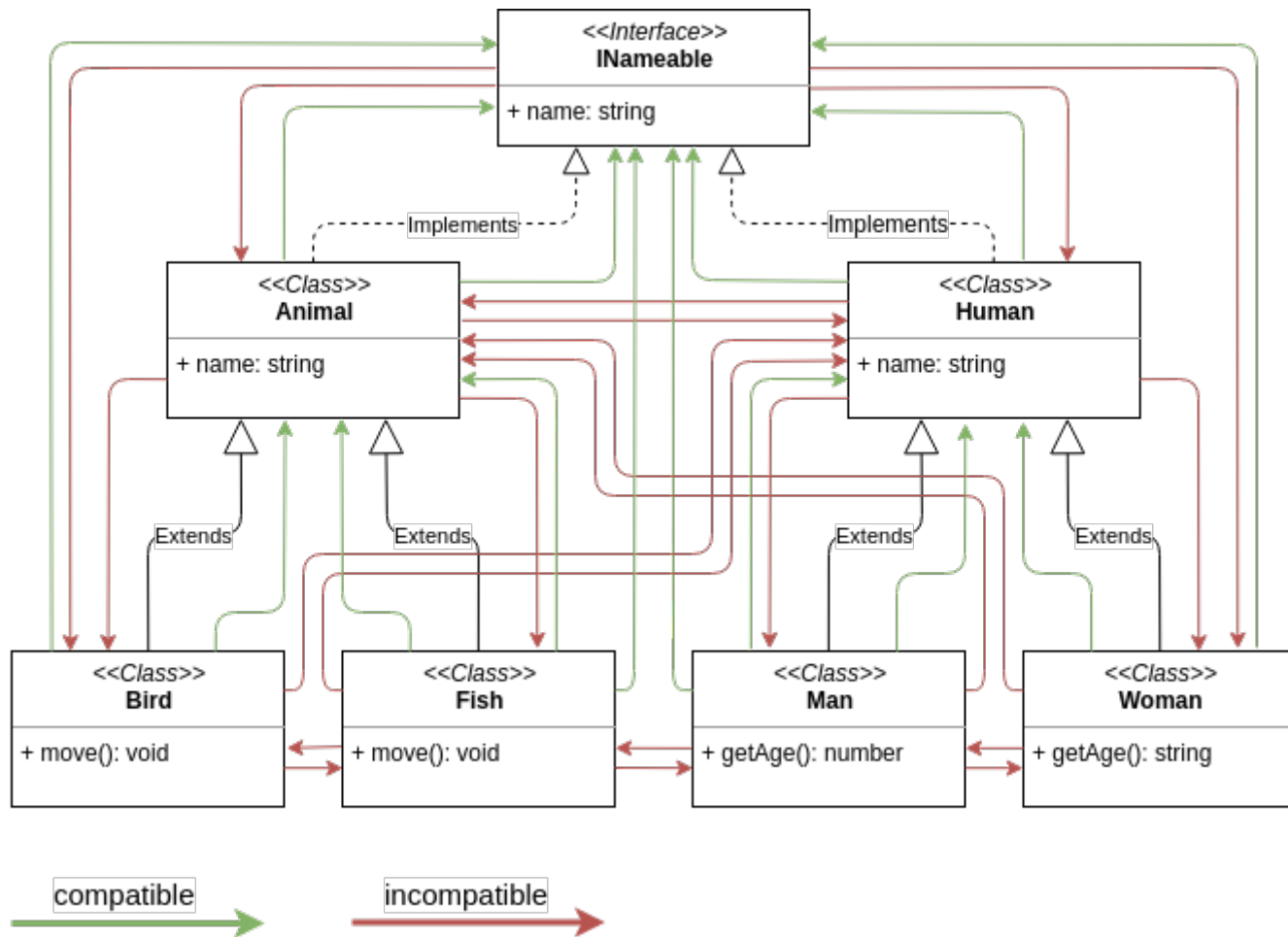
## 10.2 Номинативная Типизация (nominative typing)

Номинативная типизация (*nominative typing*) устанавливает совместимость типов данных основываясь на идентификаторах типов (ссылках). Простыми словами, при проверке на совместимость компилятор проверяет иерархию типов на признаки наследования и реализацию интерфейсов. То есть, тип В будет совместим с типом А только тогда, когда он является его предком ( **extends** ). Кроме того, тип В будет совместим с интерфейсом IA только в том случае, если он или один из его предков реализует его явно ( **implements** ).



Как можно понять по изображению выше, при проверке на совместимость типа `Bird` с типом `Animal` компилятор обходит дерево в поисках наличия ссылки на тип `Animal` и обнаружив её, приходит к выводу, что типы совместимы. Тот же самый процесс требуется для установления совместимости типа `Bird` с типом интерфейса `INameable`. Полная картина совместимости изображена на диаграмме ниже.



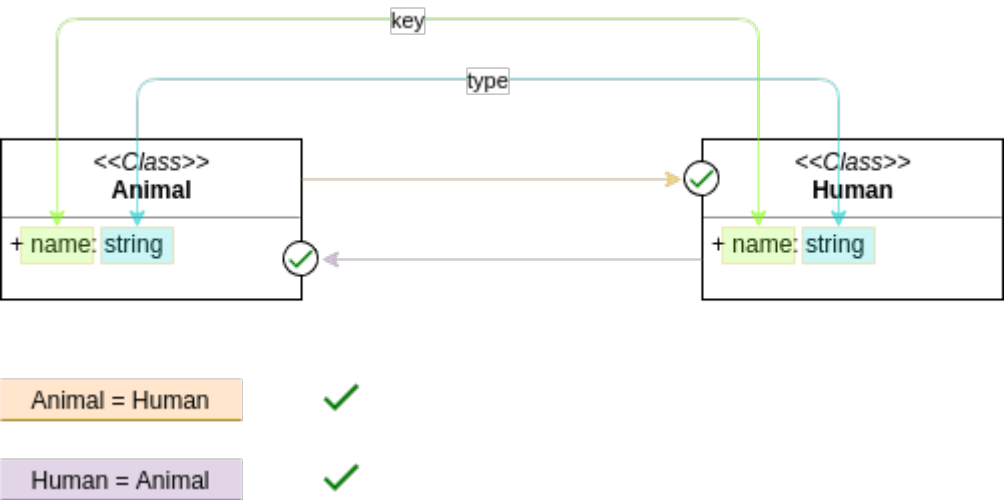


Номинативная типизация присуща исключительно статически типизированным языкам.

К языкам с номинативной типизацией относятся *Java*, *C#* и другие.

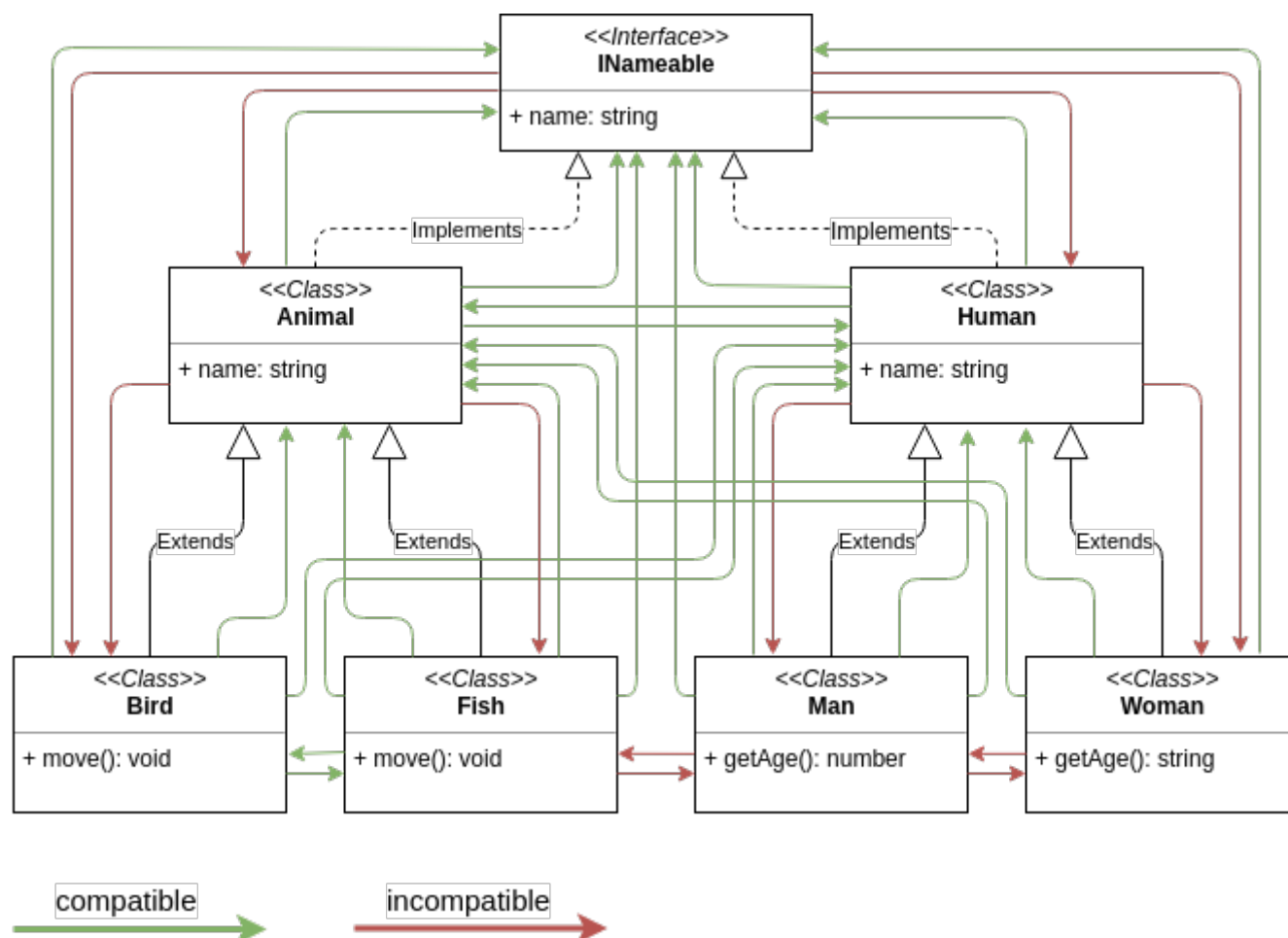
### 10.3 Структурная Типизация (structural typing)

Структурная типизация — это принцип, определяющий совместимость типов основываясь не на иерархии наследования или явной реализации интерфейсов, а на их описании.



Компилятор считает типы совместимыми, если сопоставляемый тип имеет все признаки типа, с которым сопоставляется. Чтобы быть совместимым, сопоставляемый тип должен иметь те же ключи

с теми же (идентичными или совместимыми) типами что и тип, с которым происходит сопоставление. Полная картина совместимости в структурной типизации изображена на диаграмме ниже.



Структурная типизация присуща исключительно языкам с явной типизацией (глава [Экспурс в типизацию - Сильная и слабая типизация](#)).

К языкам со структурной типизацией относятся *TypeScript*, *Scala* и им подобные.

## 10.4 Утиная Типизация (Duck typing)

*Утиная типизация*, как и в случае со структурной типизацией — это принцип, определяющий совместимость типов основываясь не на иерархии наследования или явной реализации интерфейсов, а на их описании. Утиная типизация ничем не отличается от структурной, за исключением того, что присуща лишь языкам с *динамическим связыванием* (динамическая типизация).

Термин «Утиная типизация» произошёл от английского выражения *duck test*, который в оригинале звучит как - *Если это выглядит как утка, плавает как утка и крикает как утка, то это, вероятно, и есть утка*.

Так как утиная типизация не отличается от структурной, то в качестве примеров совместимости можно воспользоваться диаграммой из предыдущего раздела, посвященного структурной типизации.

К языкам с утиной типизацией относятся *Python*, *JavaScript* и другие.

## 10.5 Итоги

Совместимость типов — это механизм, по которому происходит сопоставление типов.

Номинативная типизация определяет совместимость типов данных основываясь на иерархии наследования и явно реализуемых интерфейсах и присуща исключительно статически типизированным языкам.

Структурная типизация определяет совместимость типов основываясь на их описании и присуща исключительно статически типизированным языкам.

Утиная типизация, как и в случае со структурной типизацией, определяет совместимость типов основываясь на их описании и присуща исключительно языкам с динамической типизацией.

## 11 Экскурс в типизацию - Совместимость типов на основе вариантности

### 11.1 Совместимость типов на основе вариантности

Помимо того, что совместимость типов зависит от вида типизации, которая была подробно разобрана в главе [Экскурс в типизацию - Совместимость типов на основе вида типизации](#), она также может зависеть от такого механизма, как вариантность.

*Вариантность* — это механизм переноса иерархии наследования типов на производные от них типы. В данном случае производные не означает *связанные отношением наследования*. Производные, скорее, означает *определяемые теми типами, с которых переносится наследование*.

Если вы впервые сталкиваетесь с этим понятием и определение вариантности кажется бессмысленным набором слов, то не стоит расстраиваться, эта тема очень простая, в чем вы сами скоро убедитесь.

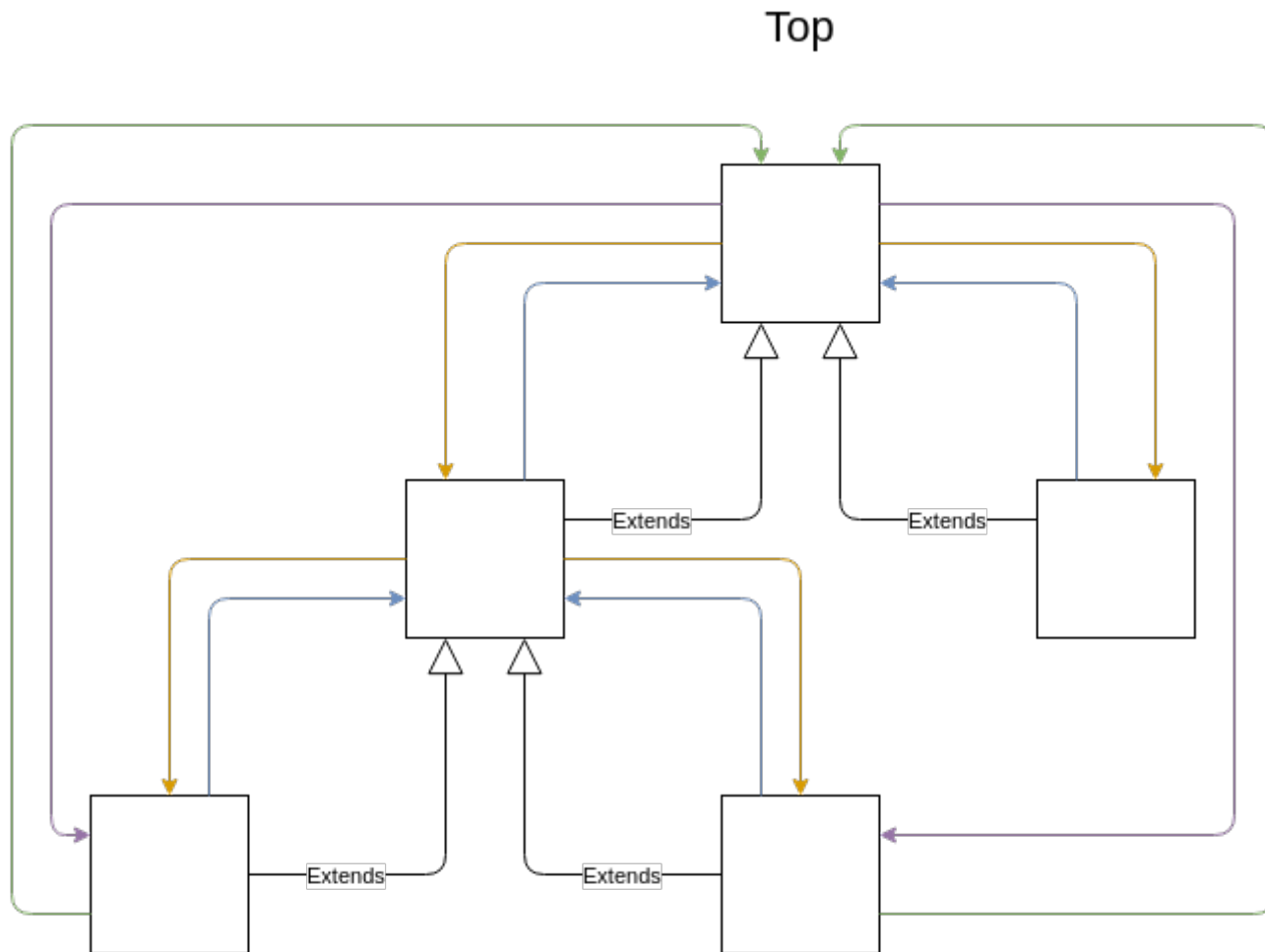
В основе системы типов могут быть заложены следующие виды вариантности — *ковариантность*, *контравариантность*, *инвариантность*, *бивариантность*. Кроме того, что система типов использует механизм вариантности для своих служебных целей, она также может предоставлять разработчикам возможность управлять им зависящими от конкретного языка способами.

Но прежде чем познакомится с каждым из этих видов вариантности отдельно, стоит сделать некоторые уточнения касательно иерархии наследования.

### 11.2 Иерархия наследования

*Иерархия наследования* — это **дерево**, вверху которого расположен *корень*, самый базовый тип (менее конкретный тип), ниже которого располагаются его *подтипы* (более конкретные типы). В случаях преобразования подтипа к базовому типу говорят, что выполняется *восходящее преобразование* (*upcasting*). И наоборот, когда выполняется приведение базового типа к его подтипу, говорят, что выполняется *нисходящее приведение* (*downcasting*). Отношения между супертипом и его подтипом описываются как отношение *родитель-ребенок* (parent-child). Отношения между родителем типа и его ребенком описываются как *предок-потомок* (ancestor-descendant). Кроме того, при логическом сравнении тип, находящийся выше по дереву, больше (**>**) чем тип находящийся ниже по дереву (и наоборот). Можно сказать, что **parent > child**,

`child < parent`, `ancestor > descendant`, `descendant < ancestor`. Все это представлено на диаграмме ниже.



Top > Down  
Down < Top

Down

parent → child

descendant → ancestor

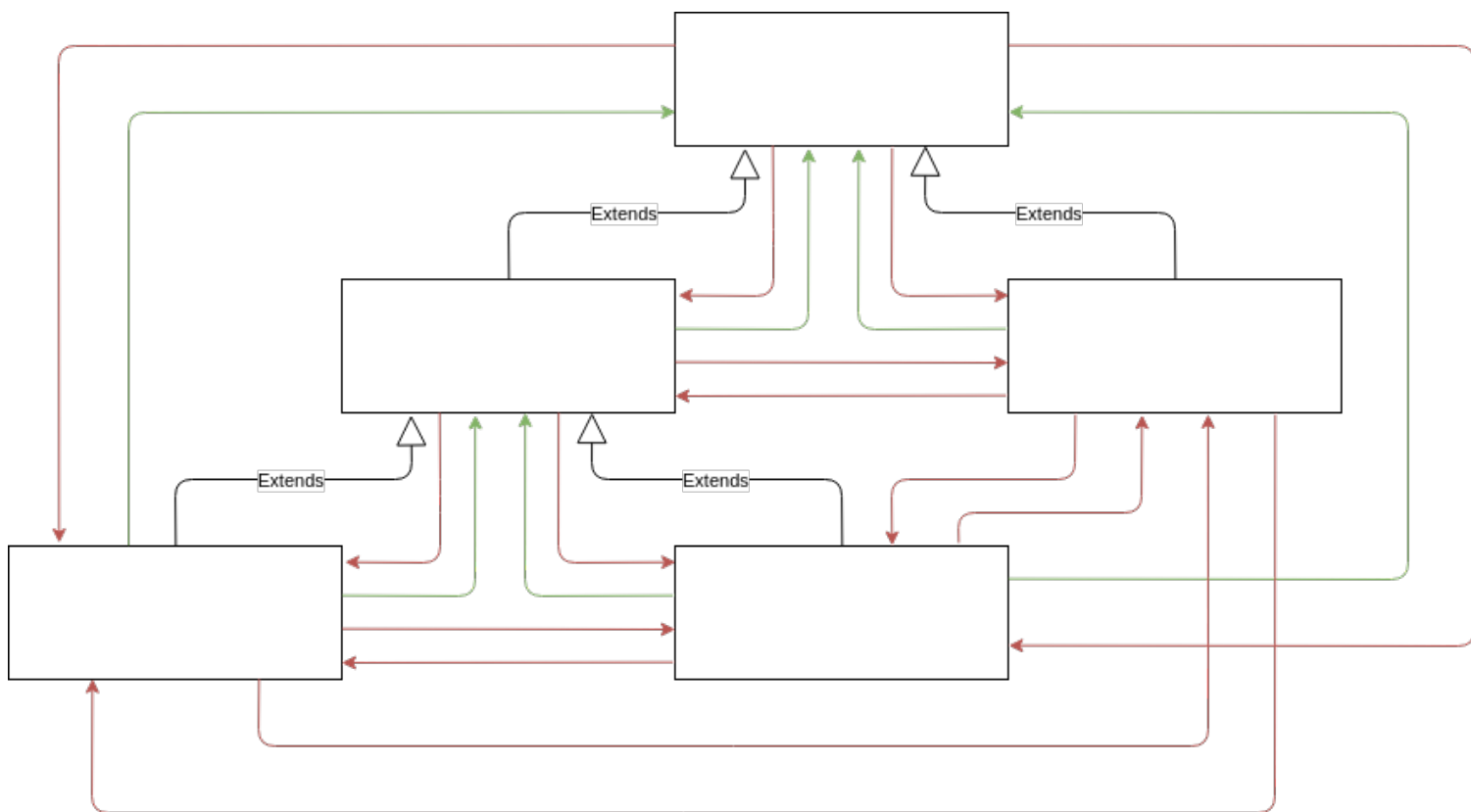
child → parent

ancestor → descendant

Этого вполне достаточно для того, чтобы приступить к разбору видов вариантности.

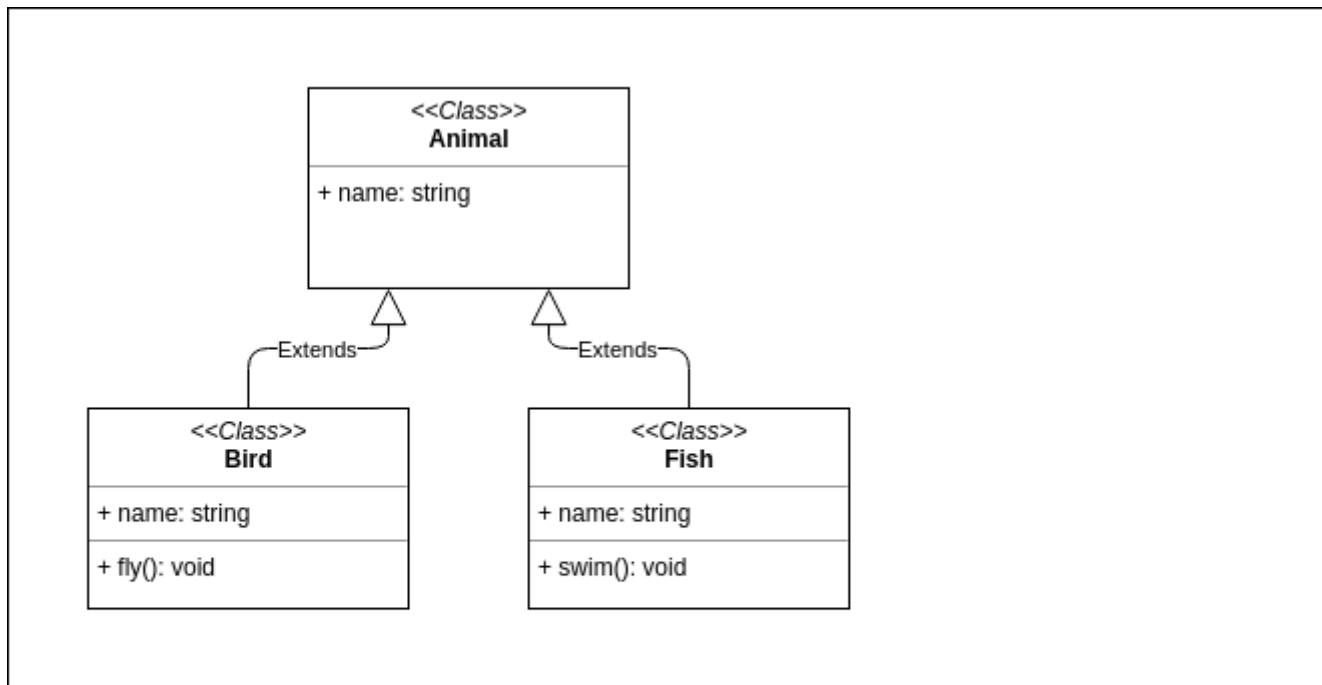
### 11.3 Ковариантность

*Ковариантность* — это механизм, позволяющий использовать более конкретный тип там, где изначально предполагалось использовать менее конкретный тип. Простыми словами, совместимыми считаются типы, имеющие отношение `A > B` и `A = B`.

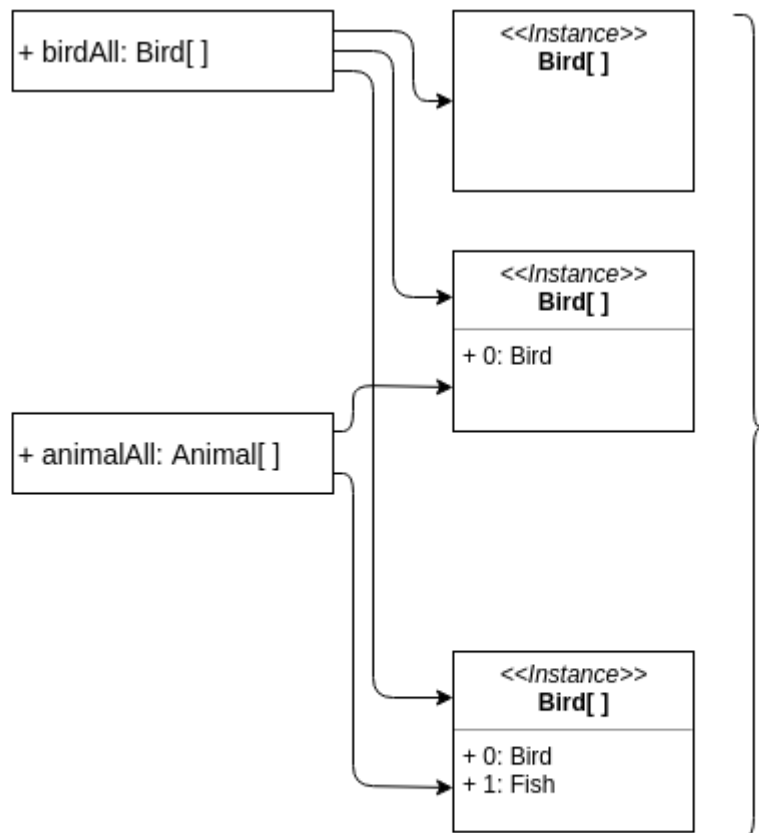


Ковариантность не рекомендуется в местах, допускающих запись. Чтобы понять смысл этих слов, ниже представлена диаграмма, которая иллюстрирует, как через базовый тип можно добавить в массив с подтипом другой, несовместимый подтип и тем самым нарушить типобезопасность программы.





- 0 Создаем массив с типом `Bird[ ]` и присваиваем его ссылке с типом `Bird[ ]`
- 1 добавляем в массив экземпляр класса `Bird`
- 2 Присваиваем массив с типом `Bird[ ]` ссылке имеющей базовый тип `Animal[ ]`
- 3 Добавляем в массив с базовым типом `Animal[ ]` экземпляр класса `Fish`  
Теперь в массиве с типом `Bird[ ]` присутствует элемент принадлежащий к типу `Fish`

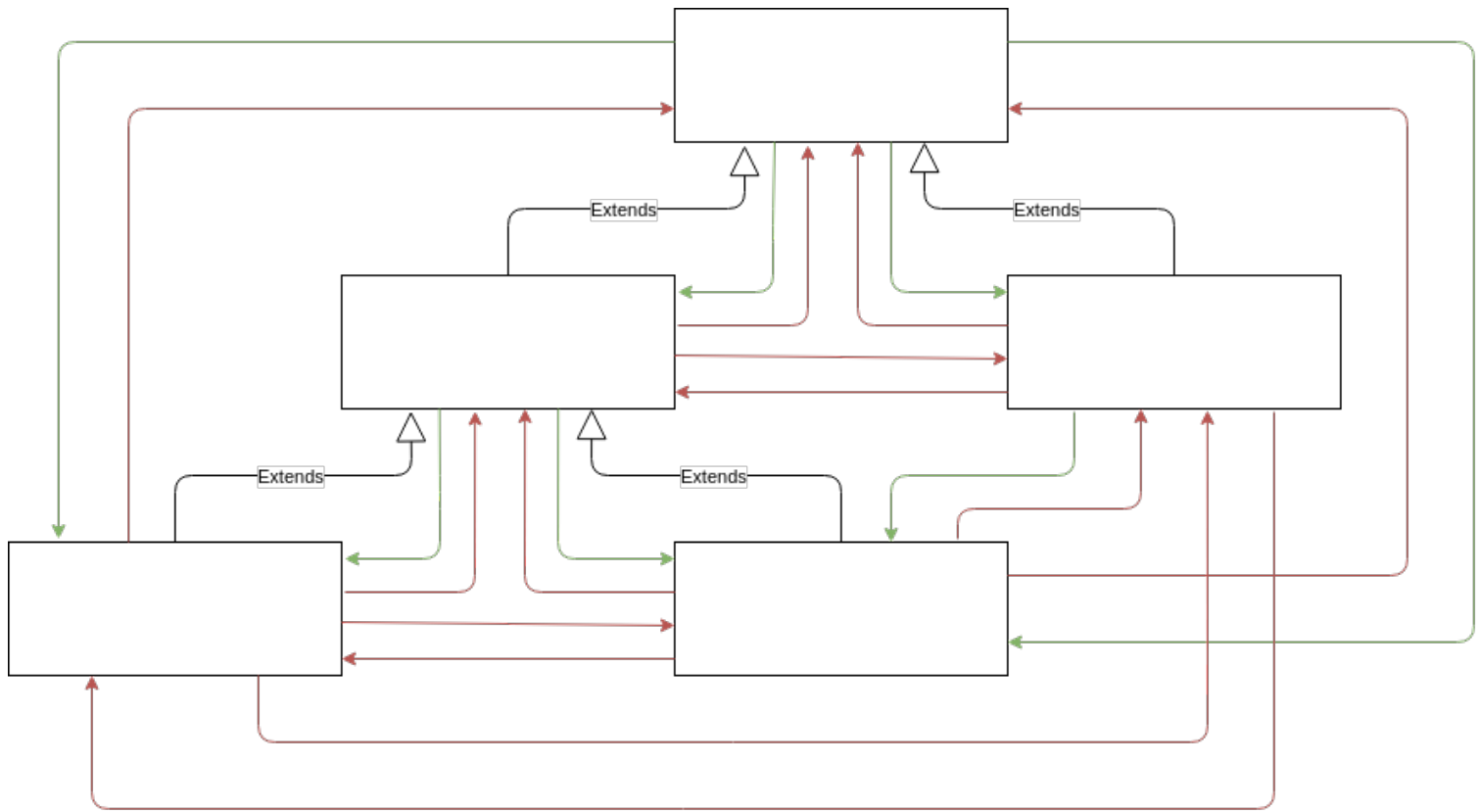


экземпляр массива в разное время

Ковариантность рекомендуется применять в местах, допускающих чтение.

## 11.4 Контравариантность

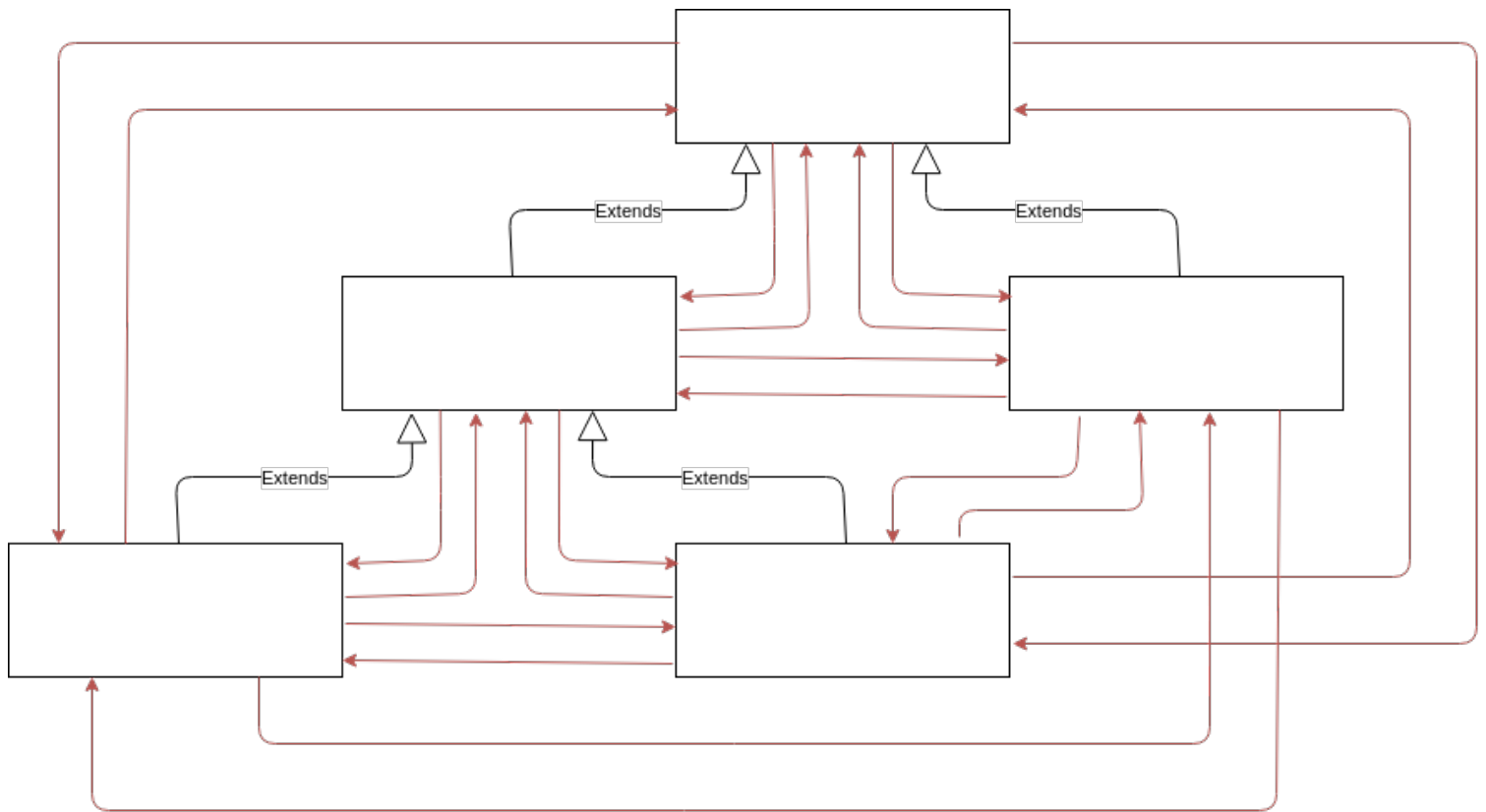
*Контвариантность* — это противоположный ковариантности механизм, позволяющий использовать менее конкретный тип там, где изначально предполагалось использовать более конкретный тип. Другими словами, совместимыми считаются типы имеющие отношения  $A < B$  и  $A = B$ .



Контравариантность не рекомендуется в местах, допускающих чтение, и наоборот, рекомендуется применять в местах, допускающих запись.

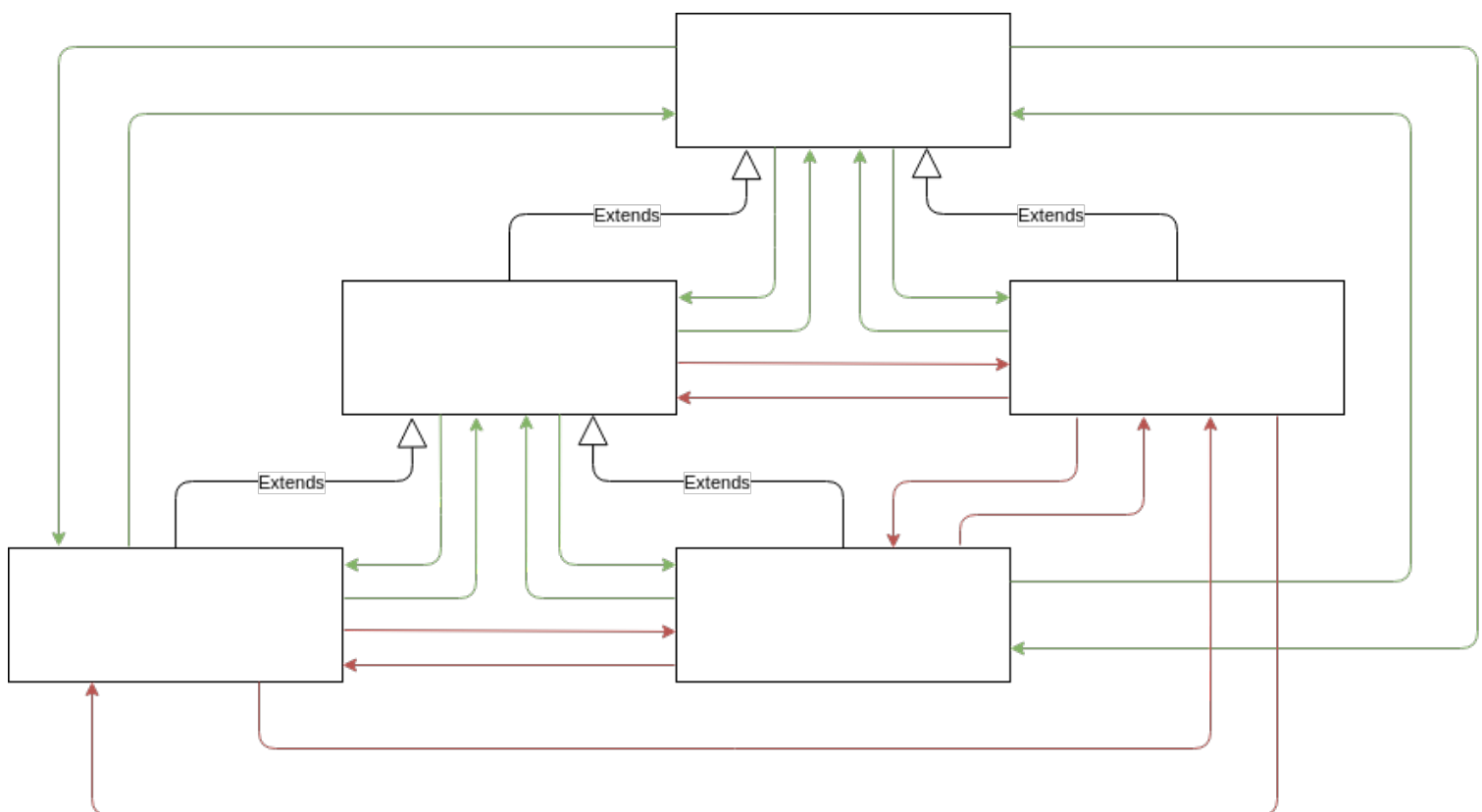
## 11.5 Инвариантность

*Инвариантность* — это механизм, позволяющий использовать только заданный тип. Совместимыми считаются только идентичные типы  $A = A$ .



## 11.6 Бивариантность

*Бивариантность* — это механизм, который является представлением всех, перечисленных ранее, видов вариантности. В его случае совместимыми считаются любые из перечисленных ранее варианты типы  $A > B$ ,  $A < B$  и  $A = B$ .



Бивариантность является самым нетипобезопасным видом вариантности.

## 12 Аннотация типов

### 12.1 Аннотация Типов

Как уже было сказано ранее, *TypeScript* — это типизированная надстройка над *JavaScript*. Другими словами, *TypeScript* не добавляет никаких новых языковых конструкций (за исключением `Enum`, которая будет рассмотрена чуть позже), а лишь расширяет синтаксис *JavaScript* при помощи добавления в него типов. По этой причине в этой книге не будут затрагиваться темы, относящиеся к *JavaScript*, так как она рассчитана на тех, кто уже знаком с его основами.

И прежде чем начать погружение в систему типов *TypeScript*, нужно рассмотреть такое важное понятие, как указание типа данных для всех существующих в *JavaScript* языковых конструкций.

Идеология типизированных языков определяет правила, по которым указывать типы нужно везде, где это предусмотрено. В *TypeScript* аннотация типа или указание типа осуществляется с помощью оператора двоеточия `:`, после которого следует идентификатор типа данных. *TypeScript* является статически типизированным языком, поэтому, после того как идентификатор будет связан с типом, изменить тип будет невозможно.

### 12.2 Синтаксические конструкции `var`, `let`, `const`

При объявлении синтаксических конструкций, объявляемых с помощью операторов `var`, `let` и `const`, тип данных указывается сразу после идентификатора.

```
var identifier: Type = value;
let identifier: Type = value;
const IDENTIFIER: Type = value;
```

### 12.3 Функции (`function`)

При объявлении функции тип возвращаемого ею значения указывается между её параметрами и телом. При наличии параметров, тип данных указывается и для них.

```
function identifier(param1: Type, param2: Type): ReturnedType {
}
```

Не будет лишним напомнить, что, в отличие от *JavaScript*, в *TypeScript* в сигнатуру функции помимо её имени и параметров также входит и возвращаемое значение.

Помимо этого, в *TypeScript* можно объявлять параметризированные функции. Функции, имеющие параметры типа, называются обобщенными (подробнее о них речь пойдет в главе **Типы - Обобщения (Generics)**). Параметры типа заключаются в угловые скобки `<>` и располагаются перед круглыми скобками `()`, в которые заключены параметры функции.

```
function identifier <T, U>(): ReturnedType {  
  
}
```

*TypeScript* расширяет границы типизации функций и методов таким новым для *JavaScript* понятием, как перегрузка функций. С помощью перегрузки функций можно аннотировать функции с одинаковыми идентификаторами, но с различными сигнатурами.

Для этого в первую очередь аннотируют сигнатуры функций, методов или конструкторов, которые не содержат тела. В последнюю очередь объявляют функцию, сигнатура которой совместима со всеми ранее аннотированными версиями. Более подробно эта тема будет освещена позднее.

```
function identifier(p1: T1, p2: T2): T3;  
function identifier(p1: T4, p2: T5): T6;  
function identifier(p1: T, p2: T): T {  
    return 'value';  
}
```

```
const a: T1 = 'value';  
const b: T2 = 'value';  
const c: T4 = 'value';  
const d: T5 = 'value';
```

```
identifier(a, b); // валидно  
identifier(c, d); // валидно
```

```
class Identifier {  
    constructor(p1: T1, p2: T2);  
    constructor(p1: T3, p2: T4);  
    constructor(p1: T, p2: T) {  
  
    }  
  
    identifier(p1: T1, p2: T2): T3;  
    identifier(p1: T4, p2: T5): T6;  
    identifier(p1: T, p2: T): T {  
        return 'value';  
    }  
}
```

## 12.4 Стрелочные Функции (arrow function)

К стрелочным функциям применимы те же правила указания типов данных, что и для обычных функций, за исключением того, что возвращаемый ими тип указывается между параметрами и стрелкой.



```
<T, U>(param: Type, param2: Type): Type => value;
```

## 12.5 Классы (class)

Прежде чем продолжить рассмотрение изменений которые привнёс *TypeScript* в нетипизированный мир *JavaScript*, хотелось бы предупредить о том, что относительно классов будет использоваться терминология заимствованная из таких языков, как *Java* или *C#*, так как она добавляет большей ясности (тем более, что в спецификации *TypeScript* встречается подобная терминология). Так, *переменные экземпляра* и *переменные класса* (статические переменные) в этой книге обозначаются как *поля* (field). *Аксесоры* (get, set) обозначаются как *свойства* (property). А кроме того, поля, свойства, методы, *вычисляемые свойства* (computed property) и *индексируемые сигнатуры* (index signature) обозначаются как *члены* класса (member).

При объявлении поля класса, как и в случае с переменными, тип данных указывается сразу после идентификатора (имени класса). Для методов класса действуют те же правила указания типов данных, что и для обычных функций.

Для свойств, в частности для `get`, указывается тип данных возвращаемого значения. Для `set` указывается лишь тип единственного параметра, а возвращаемый им тип и вовсе запрещается указывать явно.

Кроме того, классы в *TypeScript* также могут быть обобщенными. В случае объявления обобщенного класса, параметры типа, заключенные в треугольные скобки, указываются сразу после идентификатора класса.

```
class Identifier<T> {
    static staticField: Type = value; // член класса

    static get staticProperty(): Type { // член класса
        return value;
    }

    static set staticProperty(value: Type) { // член класса

    }

    static staticMethod <T, U>(param0: Type, param1: Type): Type { // член класса

    }

    [indexSignature: Type]: Type; // член класса

    [computedProp]: Type = value; // член класса

    field: Type = value; // член класса

    get property(): Type { // член класса
        return value;
    }
}
```

```

    set property(value: Type) { // член класса

}

    constructor(param0: Type, param1: Type) {

}

    method <T, U>(param0: Type, param1: Type): Type { // член класса

}

}

```

## 12.6 Сравнение Синтаксиса TypeScript и JavaScript

Перед тем, как подвести итоги этой главы, не будет лишним собрать обсуждаемое здесь в одном *TypeScript* коде и сравнить его с аналогичным кодом, написанным на *JavaScript*.

```

// .ts
var identifier: Type = value;
let identifier: Type = value;
const IDENTIFIER: Type = value;

// .js
var identifier = value;
let identifier = value;
const IDENTIFIER = value;

// .ts
function identifier(param1: Type, param2: Type): ReturnedType {

}

// .js
function identifier(param1, param2) {

}

// .ts
class Identifier<T> {
    static staticField: Type = value;

    static get staticProperty(): Type {
        return value;
    }

    static set staticProperty(value: Type) {

```

```

}

static staticMethod <T, U>(param0: Type, param1: Type): Type {

}

[indexSignature: Type]: Type;

[computedProp]: Type = value;

field: Type = value;

get property(): Type {
    return value;
}

set property(value: Type) {

}

constructor(param0: Type, param1: Type) {

}

method <T, U>(param0: Type, param1: Type): Type {

}
}

// .js
class Identifier {
    static staticField = value;

    static get staticProperty() {
        return value;
    }

    static set staticProperty(value) {

    }

    static staticMethod (param, param) {

    }

    [computedProp] = value;

```

```
field = value;

get property() {
    return value;
}

set property(value) {

}

constructor(param0, param1) {

}

method (param0, param1) {

}
}
```

## 12.7 Итог

Аннотация типа устанавливается оператором двоеточия `:`, после которого следует указание типа данных.

При объявлении переменных тип данных указывается сразу после идентификатора.

У функций и методов класса возвращаемый тип данных указывается между параметрами и телом.

У стрелочных функций возвращаемый тип данных указывается между параметрами и стрелкой.

У функций, стрелочных функций и методов класса, параметрам также указывается тип данных.

При необходимости функциям, стрелочным функциям и методам класса можно указать параметры типа, которые заключаются в угловые скобки и указываются перед круглыми скобками, в которых размещаются параметры функции.

В *TypeScript* аннотирование типов у функций, методов и конструкторов расширено при помощи перегрузки функций.

Для полей класса тип данных указывается сразу после идентификатора-имени.

Для геттеров (getters) указывается возвращаемый тип данных.

Для сеттеров (setters) указывается тип единственного параметра и вовсе не указывается возвращаемый тип.

# 13 Типы - Базовый тип Any

## 13.1 Базовый Тип Any

То что *TypeScript* является типизированной надстройкой над *JavaScript*, от которой после компиляции не остаётся и следа, означает, что первый перенял от второго всю его идеологию. Одним из таких моментов является разделение типов данных на типы значения (примитивные) и ссылочные типы.

В *JavaScript* все не объектные типы по своей природе иммутабельные. Иммутабельность означает, что значения нельзя модифицировать, а можно лишь полностью перезаписать новым значением. Из-за этого типы значения были прозваны примитивными типами.

## 13.2 Any (any) произвольный тип

Все типы в *TypeScript* являются подтипами `any`, который указывается с помощью ключевого слова `any`. Это означает, что он совместим в обе стороны с любым типом данных и с точки зрения системы типов является *высшим типом* (top type).

```
let apple: any = 0;
apple = "";
apple = true;
```

Тип `any` в аннотации рекомендуется применять только в самых крайних случаях. К примеру объявление неинициализированной переменной, с заранее неизвестным типом, что является допустимым сценарием на ранних стадиях применения техники `TDD` при создании программы. В остальных случаях настоятельно рекомендуется прежде всего рассматривать кандидатуру обобщенных типов, которые будут рассматриваться позднее.

Тип `any` позволяет работать со значением динамически, что не вызывает ошибок при обращении к членам не описанных в типе данных (незадекларированных), о которых анализатор *TypeScript* ничего не знает.

Примером этого может служить сервис, который работает с сервером посредством *API*. Полученные и сериализованные данные могут храниться как тип `any` прежде чем они будут и преобразованы к конкретному типу.

```
let data: any = JSON.parse('{ "id": "abc" }');
let id = data.id; // ок
```

Если при объявлении переменных `var` и `let` и полей, объявленных в теле класса, не было присвоено значение, компилятором будет выведен тип данных `any`.

```
var apple; // apple: any
let lemon; // lemon: any

class Fruit {
```

```
name; // name: any
}
```

То же правило касается и параметров функций.

```
function weight(fruit) { // fruit: any

}
```

Кроме того, если функция возвращает значение, принадлежащее к типу, который компилятор не в состоянии вывести, то возвращаемый этой функцией тип данных будет также будет выведен как тип `any`.

```
function sum(a, b) { // function sum(a: any, b: any): any
    return a + b;
}
```

Тип `any` является уникальным для *TypeScript*, в *JavaScript* подобного типа не существует.

### 13.3 Итог

Тип данных `any` является супертипом для всех типов в *TypeScript* и указывается с помощью ключевого слова `any`.

Тип данных `any` указывается тогда, когда тип данных заранее неизвестен.

Тип данных `any` указывается только в самых крайних случаях.

Тип данных `any` позволяет обращаться к незадекларированным членам объектов, имитируя динамическое поведение, тем самым перекладывая ответственность за проверку реализации интерфейса на разработчика.

## 14 Типы - Примитивные типы Number, String, Boolean, Symbol, BigInt

### 14.1 Важно

Помимо того, что система типов *TypeScript* включает в себя все существующие в *JavaScript* типы данных, некоторые из них подверглись более очевидному уточнению.

Типы данных, чьи идентификаторы начинаются с прописной буквы (`Type`), представляют *объектные типы* (ссылочные типы), описывающие одноимённые типы из *JavaScript* (`Number`, `String`, `Boolean` и т.д.). В *TypeScript* такие типы описаны с помощью глобальных интерфейсов

(`interface`) и помимо того, что их можно указывать в аннотации типа, их также можно расширять (`extends`) и реализовывать (`implements`) другими объектными типами.

Типы данных, чьи идентификаторы начинаются со строчной буквы (`type`), представляют литералы примитивных значений. Подобные типы определены ключевыми зарезервированными словами, что в свою очередь означает невозможность объявлять типы данных с идентичными идентификаторами. Типы данных, которые обозначают примитивы, можно указывать в аннотации, но их нельзя расширять или реализовывать объектными типами данных.

## 14.2 Number (number) примитивный числовой тип

В *TypeScript*, как и в *JavaScript*, все числа являются 64-битными числами двойной точности с плавающей запятой.

Помимо того, что в *TypeScript* существует объектный тип `Number`, описывающий с помощью глобального интерфейса одноимённый тип из *JavaScript*, также существует тип данных, который представляет примитивные значения числовых литералов, и который указывается с помощью ключевого слова `number`. Кроме того, тип `number` неявно преобразуется в тип, описанный с помощью глобального интерфейса `Number`, что делает его совместимым с ним, но не наоборот.

```
let v1: number; // v1: number явно
let v2 = 5.6; // v2: number неявно
```

Напомню, что числа могут записываться в двоичной, восьмеричной, десятичной, шестнадцатеричной системе счисления.

```
let binary: number = 0b101;
let octal: number = 0o5;
let decimal: number = 5;
let hex: number = 0x5;
```

В *TypeScript* поведение типа `Number` идентично поведению одноимённого типа в *JavaScript*.

## 14.3 String (string) примитивный строковый тип

Примитивный тип `String` представляет собой последовательность символов в кодировке *Unicode UTF-16*. Строки должны быть заключены в одинарные или двойные кавычки, или в обратные апострофы (инициаторы так называемых шаблонных строк).

Помимо того, что в *TypeScript* существует объектный тип `String`, описывающий одноимённый тип из *JavaScript*, также существует тип данных, который представляет примитивные значения строковых литералов, и который указывается с помощью ключевого слова `string`. Кроме того, тип `string` неявно преобразуется в тип, описанный с помощью глобального интерфейса `String`, что делает его совместимым с ним, но не наоборот.

```
let v1: string; // v1: string явно
let v2 = 'Bird'; // v2: string неявно
```

```
let v3: string = "Fish"; // v3: string явно
let v4: string = `Animals: ${v2}, ${v3}.`; // v4: string явно
```

В *TypeScript* поведение типа `String` идентично поведению одноимённого типа в `JavaScript`.

## 14.4 Boolean (boolean) примитивный логический тип

Примитивный тип `Boolean` является логическим типом и представлен значениями "истина" `true` и "ложь" `false`.

Помимо того, что в *TypeScript* существует объектный тип `Boolean`, описывающий одноимённый тип из *JavaScript*, также существует тип данных, который представляет примитивные значения логических литералов, и который указывается с помощью ключевого слова `boolean`. Кроме того, тип `boolean` неявно преобразуется в тип, описанный с помощью глобального интерфейса `Boolean`, что делает его совместимым с ним, но не наоборот.

```
let isValid: boolean; // явно
let isValid = false; // неявно
```

В *TypeScript* поведение типа `Boolean` идентично поведению одноимённого типа в *JavaScript*.

## 14.5 Symbol (symbol) примитивный символьный тип

Примитивный тип `Symbol` предоставляет уникальные идентификаторы, которые при желании могут использоваться в качестве индексируемых членов объекта.

Помимо того, что в *TypeScript* существует объектный тип `Symbol`, описывающий одноимённый тип из *JavaScript*, также существует тип данных, который представляет примитивные значения числовых литералов, и который указывается с помощью ключевого слова `symbol`. Кроме того, тип `symbol` неявно преобразуется в тип, описанный с помощью глобального интерфейса `Symbol`, что делает его совместимым с ним, но не наоборот.

```
let v1: symbol; // v1: symbol явно
let v2 = Symbol('animal'); // v2: symbol неявно
```

Если указать значение типа `Symbol` в качестве ключа для члена класса, то в дальнейшем к нему можно будет обратиться только при наличии того же ключа. Не будет лишним напомнить, что при желании можно достать символ из самого объекта.

```
class ZooTool {
    public readonly static CAGE_KEY: string = 'technical key';
}

class AnimalCage {
    [Symbol.for(ZooTool.CAGE_KEY)]() {
        console.log('open: ...');
    }
}
```



```

    }
}

class KeeperZoo {
    key: symbol = Symbol.for(ZooTool.CAGE_KEY);
}

let lionCage: AnimalCage = new AnimalCage();
let keeperZoo: KeeperZoo = new KeeperZoo();

lionCage[keeperZoo.key](); // open: ...

```

Тип `symbol` предназначен для аннотирования символьных литералов. В *TypeScript*, поведение типа `Symbol` идентично поведению одноимённого типа в *JavaScript*.

## 14.6 BigInt (bigint) примитивный числовой тип

`BigInt` — примитивный числовой тип данных, позволяющий безопасно работать с числами произвольной точности, в том числе значениями, выходящими за пределы, установленные типом `Number`. Примитивный тип `BigInt` указывается с помощью ключевого слова `bigint`.

```
let bigInt: bigint = BigInt(Number.MAX_VALUE) + BigInt(Number.MAX_VALUE);
```

Но стоит заметить, что на данный момент (конец 2018 года) из-за плохой поддержки типа `BigInt` *TypeScript* позволяет работать с ним лишь при установленной опции компилятора `--target` в значение `ESNext`.

Тип `bigint` предназначен для аннотирования числовых значений с произвольной точностью. В *TypeScript* поведение типа `BigInt` идентично поведению одноимённого типа в *JavaScript*.

## 14.7 Итог

В аннотации примитивов указываются типы, ключевые слова которых начинаются со строчной буквы - `number`, `string`, `boolean`, `symbol`.

В случаях, когда в аннотации нуждаются ссылки на класс типа, указываются типы, чьи имена начинаются с прописной буквы.

## 15 Типы - Примитивные типы Null, Undefined, Void, Never, Unknown

### 15.1 Важно

Прежде чем приступить к знакомству с такими типами, как `Null`, `Undefined`, `Void`, `Never` и `Unknown`, стоит обговорить одну очень важную деталь. Дело в том, что все перечисленные типы

можно указывать в качестве типа всем конструкциям, которые это позволяют. То есть, типом данных `null` можно аннотировать даже переменную (`let identifier: null`). Данная книга будет изобиловать подобными примерами, так как эта возможность облегчает демонстрацию совместимости типов. Но при этом стоит понимать, что проделывать подобное в реальном коде противопоказано.

## 15.2 Null (null) примитивный null тип

Примитивный тип `Null` служит обозначением "ничего".

Тип `Null` указывается с помощью ключевого слова `null` (не путать с единственным литеральным значением типа `Null` `null`, которое присваивается в качестве значения).

```
let identifier: null = null; // null, указанный после оператора двоеточия, это имеющийся только в TypeScript псевдоним (alias) для глобального типа Null. В то время как null, указанный после оператора присваивания, это единственное значение типа Null.
```

Тип `Null` является подтипом всех типов, за исключением типа `Undefined`, поэтому его единственное значение `null` совместимо со всеми остальными типами данных.

```
class TypeScript {
  static any: any = null; // Ok
  static number: number = null; // Ok
  static string: string = null; // Ok
  static boolean: boolean = null; // Ok
  static null: null = null; // Ok
}
```

В то время как тип `Null` совместим со всеми типами, помимо него самого, с ним самим совместим лишь тип `Undefined` и `Any`.

```
TypeSystem.null = TypeScript.any; // Ok
TypeSystem.null = TypeScript.number; // Error
TypeSystem.null = TypeScript.string; // Error
TypeSystem.null = TypeScript.boolean; // Error
TypeSystem.null = TypeScript.null; // Ok
```

Тогда, когда тип данных указывается не явно, а в качестве значения используется значение `null`, вывод типов определяет принадлежность к типу `Any`.

```
let identifier = null; // identifier: any
```

Создатели *TypeScript* во избежание ошибок, возникающих при операциях, в которых вместо ожидаемого значения фигурирует значение `null`, рекомендуют вести разработку с активным

флагом `--strictNullChecks`. При активном флаге `--strictNullChecks` тип `Null` является подтипом только одного типа `Any`. Это в свою очередь означает, что значение `null` может быть совместимо только с типами `Any` и `Null`. Простыми словами, значение `null` не получится присвоить типам отличным от `Any` и `Null`.

```
class TypeScript {
    static any: any = null; // Ok
    static number: number = null; // Error
    static string: string = null; // Error
    static boolean: boolean = null; // Error
    static null: null = null; // Ok
}

TypeScript.null = TypeScript.any; // Ok
TypeScript.null = TypeScript.number; // Error
TypeScript.null = TypeScript.string; // Error
TypeScript.null = TypeScript.boolean; // Error
TypeScript.null = TypeScript.undefined; // Ok
```

При активном флаге `--strictNullChecks`, при условии что в качестве значения выступает значение `null`, вывод типов определяет принадлежность к типу `Null`.

```
let identifier = null; // identifier: null
```

Тип `Null` идентичен по своей работе с одноимённым типом из *JavaScript*.

## 15.3 Undefined (undefined) примитивный неопределенный тип

Примитивный тип `Undefined` указывает на то, что значение не определено. Тип данных `Undefined` указывается с помощью ключевого слова `undefined` (не путать со свойством глобального объекта, которое представляет единственное значение типа `Undefined` `undefined`).

```
let identifier: undefined = undefined; // undefined, указанный после оператора
двоеточия, это имеющийся только в TypeScript псевдоним (alias) для глобального типа
Undefined. В то время как undefined, указанный после оператора присваивания, это
единственное значение типа Undefined.
```

Во время выполнения объявленные, но не инициализированные переменные, поля и свойства класса, а также параметры имеют значение `undefined`. Также значение `undefined` является результатом вызова методов или функций, которые не возвращают значения.

Тип `Undefined` является подтипом всех типов, что делает его совместимым со всеми остальными типами.

```
class TypeSystem {
    static any: any = undefined; // Ok
    static number: number = undefined; // Ok
    static string: string = undefined; // Ok
    static boolean: boolean = undefined; // Ok
    static null: null = undefined; // Ok
    static undefined: undefined = undefined; // Ok
}
```

Может возникнуть вопрос, почему тип `Null`, который не имеет непосредственного отношения к типу `Undefined`, совместим с ним? На данный момент, этот вопрос остается единственным, на который автор не смог найти однозначного ответа.

В то время как тип данных `Undefined` совместим со всеми типами, помимо него самого, с ним совместимы лишь `Null` и `Any`.

```
TypeSystem.undefined = TypeSystem.any; // Ok
TypeSystem.undefined = TypeSystem.number; // Error
TypeSystem.undefined = TypeSystem.string; // Error
TypeSystem.undefined = TypeSystem.boolean; // Error
TypeSystem.undefined = TypeSystem.null; // Ok
```

Тогда, когда тип данных `Undefined` указывается не явно, компилятор устанавливает тип `Any`.

```
let identifier = undefined; // identifier: any
```

При активном флаге `--strictNullChecks`, тип `Undefined` является подтипом только одного типа `Any`. Поэтому его и ему в качестве значения, помимо самого себя, можно присвоить только тип `Any`.

```
class TypeSystem {
    static any: any = undefined; // Ok
    static number: number = undefined; // Error
    static string: string = undefined; // Error
    static boolean: boolean = undefined; // Error
    static null: null = undefined; // Error
    static undefined: undefined = undefined; // Ok
}
```

```
TypeSystem.undefined = TypeSystem.any; // Ok
TypeSystem.undefined = TypeSystem.number; // Error
TypeSystem.undefined = TypeSystem.string; // Error
TypeSystem.undefined = TypeSystem.boolean; // Error
TypeSystem.undefined = TypeSystem.null; // Error
```

При активном флаге `--strictNullChecks`, при условии что в качестве значения выступает значение `undefined`, вывод типов определяет принадлежность к типу `Undefined`.

```
let identifier = undefined; // identifier: undefined
```

Тип `Undefined` идентичен по своей работе с одноимённым типом из *JavaScript*.

## 15.4 Void (void) отсутствие конкретного типа

Тип данных `Void` можно назвать полной противоположностью типа `Any`, так как этот тип означает отсутствие конкретного типа. Основное предназначение типа `Void` — явно указывать на то, что у функции или метода отсутствует возвращаемое значение.

Тип данных `Void` указывается с помощью ключевого слова `void` (не путать с одноимённым оператором из *JavaScript*) и, в отличие от таких типов, как `Null` и `Undefined`, не имеет никаких значений.

Тип `Void` является подтипом `Any` и супертипом для `Null` и `Undefined`.

```
function action(): void {  
  
}  
  
class TypeSystem {  
    static any: any = action(); // Ok  
    static number: number = action(); // Error  
    static string: string = action(); // Error  
    static boolean: boolean = action(); // Error  
    static null: null = action(); // Error  
    static undefined: undefined = action(); // Error  
    static void: void = action(); // Ok  
}  
  
TypeSystem.void = TypeSystem.any; // Ok  
TypeSystem.void = TypeSystem.number; // Error  
TypeSystem.void = TypeSystem.string; // Error  
TypeSystem.void = TypeSystem.boolean; // Error  
TypeSystem.void = TypeSystem.null; // Ok  
TypeSystem.void = TypeSystem.undefined; // Ok  
TypeSystem.void = TypeSystem.void; // Ok
```

Однако с активным флагом `--strictNullChecks`, тип данных `Void` совместим лишь с `Any` и `Undefined`.

```
function action(): void {
```

```

}

class TypeSystem {
    static any: any = action(); // Ok
    static number: number = action(); // Error
    static string: string = action(); // Error
    static boolean: boolean = action(); // Error
    static null: null = action(); // Error
    static undefined: undefined = action(); // Error
    static void: void = action(); // Ok
}

TypeSystem.void = TypeSystem.any; // Ok
TypeSystem.void = TypeSystem.number; // Error
TypeSystem.void = TypeSystem.string; // Error
TypeSystem.void = TypeSystem.boolean; // Error
TypeSystem.void = TypeSystem.null; // Error
TypeSystem.void = TypeSystem.undefined; // Ok
TypeSystem.void = TypeSystem.void; // Ok

```

Кому-то может показаться, что примеры чересчур излишни, или что примеры, в которых результат вызова функции не имеющей возвращаемого значения, присваивается полям с различными типами, не имеет никакого отношения к реальности. Да, это так. Но целью данных примеров является научить думать как компилятор *TypeScript*. Когда функции в качестве возвращаемого типа указан тип **Void**, может показаться, что, возвращая различные значения с помощью оператора `return`, компилятор выбрасывает ошибки лишь потому что он понимает, что функция помечена как ничего не возвращающая. Но это не так. Ошибка возникает по причине несовместимости типов.

```

function a(): void {
    let result: number = 5;

    return result; // Error
}

function b(): void {
    let result: string = '5';

    return result; // Error
}

function c(): void {
    let result: any = 5;

    return result; // Ok
}

```

Нельзя не упомянуть, что для функций и методов, которые ничего не возвращают и у которых отсутствует аннотация типа возвращаемого значения, вывод типов определяет принадлежность к типу `Void`.

```
function action() { // function action(): void  
  
}
```

В отличие от `Null` и `Undefined`, тип данных `Void` не имеет ни одного значения, которое могло бы явно продемонстрировать присвоение. Однако компилятор понимает что имеет дело с типом `Void` при вызове функции или метода, которые не возвращают значение. Это становится ещё нагляднее, когда вывод типов устанавливает тип полученный при вызове функции или метода, которые ничего не возвращают.

```
function action(): void {  
  
}  
  
let identifier = action(); // identifier: void
```

Тип `Void` является уникальным для *TypeScript*. В *JavaScript* подобного типа не существует.

## 15.5 Never (never) примитивный тип

Примитивный типа данных `Never` служит для указания того, что какие-либо операции никогда не будут выполнены.

`Never` обозначается ключевым словом `never` и так же как и `Void` не имеет явных значений.

Тип данных `Never` является подтипом всех типов, что делает его совместим со всеми остальными типами.

```
function action(): never {  
    throw new Error();  
};  
  
class TypeScript {  
    static any: any = action(); // Ok  
    static number: number = action(); // Ok  
    static string: string = action(); // Ok  
    static boolean: boolean = action(); // Ok  
    static null: null = action(); // Ok  
    static undefined: undefined = action(); // Ok  
    static void: void = action(); // Ok  
    static never: never = action(); // Ok  
}
```

```

TypeSystem.never = TypeSystem.any; // Error
TypeSystem.never = TypeSystem.number; // Error
TypeSystem.never = TypeSystem.string; // Error
TypeSystem.never = TypeSystem.boolean; // Error
TypeSystem.never = TypeSystem.null; // Error
TypeSystem.never = TypeSystem.undefined; // Error
TypeSystem.never = TypeSystem.void; // Error
TypeSystem.never = TypeSystem.never; // Ok

```

Так как типу `Never` нельзя присвоить значение, отличное от самого типа `Never`, единственным местом, в котором его может использовать разработчик, является аннотация возвращаемого из функции или метода значения, с одной оговоркой. Тип `Never` можно указать только той функции, из которой программа действительно никогда не сможет выйти.

Такой сценарий может выражаться в виде функции, вызов которой приведет к однозначному исключению или в которой будет находиться бесконечный цикл.

```

function error(message: string): never {
    throw new Error(message);
}

function loop(): never {
    while(true) {

    }
}

```

Вывод типов укажет принадлежность типа возвращаемого функцией значения только в том случае, если она будет возвращать результат вызова функции у которой тип возвращаемого значения указан как `Never`.

```

function error(message: string): never {
    throw new Error(message);
}

function action() { // function action(): never
    return error('All very, very bad.');
```

```

let identifier = error(); // let identifier: never
let identifier = action(); // let identifier: never

```

Стоит заметить, что без явного указания типа `Never` вывод типов определит принадлежность возвращаемого значения к типу `Void`.



```
function error(message: string) { // function error(): void
    throw new Error(message);
}

function loop() { // function loop(): void
    while(true) {

    }
}
```

Тип `Never` является уникальным для `TypeScript`, в `JavaScript` подобного типа не существует.

## 15.6 Unknown (unknown)

Тип `Unknown` является типобезопасным аналогом типа `any` и представлен в виде литерала `unknown`. Все типы совместимы с типом `unknown`, в то время как сам тип `unknown` совместим только с самим собой и типом `any`.

```
class TypeScript {
    static unknown: unknown;

    static any: any = TypeScript.unknown; // Ok
    static number: number = TypeScript.unknown; // Error
    static string: string = TypeScript.unknown; // Error
    static boolean: boolean = TypeScript.unknown; // Error
    static null: null = TypeScript.unknown; // Error
    static undefined: undefined = TypeScript.unknown; // Error
    static void: void = TypeScript.unknown; // Error
    static never: never = TypeScript.unknown; // Error
}
```

```
TypeSystem.unknown = TypeScript.any; // Ok
TypeSystem.unknown = TypeScript.number; // Ok
TypeSystem.unknown = TypeScript.string; // Ok
TypeSystem.unknown = TypeScript.boolean; // Ok
TypeSystem.unknown = TypeScript.null; // Ok
TypeSystem.unknown = TypeScript.undefined; // Ok
TypeSystem.unknown = TypeScript.void; // Ok
TypeSystem.unknown = TypeScript.unknown; // Ok
```

Кроме того, над типом `unknown` запрещено выполнение каких-либо операций.

```
let v0: any;
v0.a = 5; // Ok
v0.a = ''; // Ok
```

```
v0(); // Ok
```

```
let v1: unknown = v0; // Ok  
v1.a = 5; // Error  
v1.a = ''; // Error  
v1(); // Error
```

Если тип `unknown` составляет тип пересечение (`intersection`), то он будет перекрыт всеми типами.

```
type T0 = any & unknown; // type T0 = any  
type T1 = number & unknown; // type T1 = number  
type T2 = string & unknown; // type T2 = string  
type T3 = boolean & unknown; // type T3 = boolean  
type T4 = null & unknown; // type T4 = null  
type T5 = undefined & unknown; // type T5 = undefined  
type T6 = void & unknown; // type T6 = void  
type T7 = never & unknown; // type T7 = never  
type T8<T> = T & unknown; // type T8 = T  
type T9 = unknown & unknown; // type T9 = unknown
```

Если тип `unknown` составляет тип объединение (`union`), то он перекроет все типы, за исключением типа `any`.

```
type T0 = any | unknown; // type T0 = any  
type T1 = number | unknown; // type T1 = unknown  
type T2 = string | unknown; // type T2 = unknown  
type T3 = boolean | unknown; // type T3 = unknown  
type T4 = null | unknown; // type T4 = unknown  
type T5 = undefined | unknown; // type T5 = unknown  
type T6 = void | unknown; // type T6 = unknown  
type T7 = never | unknown; // type T7 = unknown  
type T8<T> = T | unknown; // type T8 = unknown  
type T9 = unknown | unknown; // type T9 = unknown
```

Помимо этого, запрос ключей (`keyof`) для типа `unknown` возвращает тип `never`.

```
type T0 = keyof number; // type T0 = "toString" | "toFixed" | "toExponential" |  
"toPrecision" | "valueOf" | "toLocaleString"  
type T1 = keyof any; // type T1 = string | number | symbol  
type T2 = keyof unknown; // type T2 = never
```

Тип `unknown` позволяет использовать только в операциях равенства `===`, `==`, `!==` и `!=` и в операциях с логическими операторами `&&`, `||` и `!`.

```
let v0: unknown = 5;

let v1 = 5 === v0; // Ok
let v2 = 5 !== v0; // Ok
let v3 = 5 > v0; // Error
let v4 = 5 < v0; // Error
let v5 = 5 >= v0; // Error
let v6 = 5 <= v0; // Error
let v7 = 5 - v0; // Error
let v8 = 5 * v0; // Error
let v9 = 5 / v0; // Error
let v10 = ++v0; // Error
let v11 = --v0; // Error
let v12 = v0++; // Error
let v13 = v0--; // Error

let v14 = 5 && v0; // Ok, let v14: unknown
let v15 = 5 || v0; // Ok, let v15: number
let v16 = v0 || 5; // Ok, let v16: unknown
let v17 = !v0; // Ok, let v17: boolean
```

Также стоит упомянуть, что функция, у которой возвращаемый тип принадлежит к типу `unknown`, может не возвращать значение явно.

```
function f0(): unknown {
    return; // Ok
}

function f1(): number {
    return; // Error
}

let v = f0(); // Ok, let v: unknown
```

Кроме того, при активной опции `--strictPropertyInitialization` принадлежащие к типу `unknown` поля не нуждаются в инициализации.

```
class T {
    f0: unknown; // Ok
    f1: number; // Error
    f2: number = 5; // Ok
}
```

Если в определении типа данных участвует сопоставленный тип (`Mapped Type`) которому в качестве аргумента типа передается тип `unknown`, то такой сопоставленный тип будет выведен как объектный тип `{}`. Поскольку сопоставленные типы (`Mapped Types`), псевдонимы типов (`types`), а также обобщения (`Generics<>`) будут рассмотрены позднее, то стоит просто помнить об этом факте и повторно прочесть написанное при необходимости.

```
type MappedType<T> = {
  [K in keyof T]: T;
}

type T0 = MappedType<number>; // type T0 = number
type T1 = MappedType<any>; // type T1 = { [x: string]: any; }
type T2 = MappedType<unknown>; // type T2 = {}
```

## 16 Типы - Примитивный тип Enum

### 16.1 Примитивный Тип Enum

При создании приложений тяжело обойтись без большого количества специальных конфигурационных значений. Такие значения разработчики выносят в отдельные классы со статическими свойствами-константами избегая так называемых *магических значений* для повышения читабельности кода.

*TypeScript* предлагает решение в виде перечисления `Enum`. Идеологически, `enum` представляет из себя набор логически связанных констант. Значениями констант могут быть как числа, так и строки.

### 16.2 Enum (enum) примитивный перечисляемый тип

`Enum` — это конструкция, состоящая из набора именованных констант, именуемая списком перечисления и определяемая такими примитивными типами, как `number` и `string`. Enum объявляется с помощью ключевого слова `enum`.

### 16.3 Перечисления с числовым значением

Идентификаторы-имена для перечислений `Enum` принято задавать во множественном числе. В случае, когда идентификаторам констант значение не устанавливается явно, они ассоциируются с числовыми значениями, в порядке возрастания, начиная с нуля.

```
enum Fruits {
  Apple, // 0
  Pear,  // 1
  Banana // 2
}
```

Также можно установить любое значение вручную.

```
enum Citrus {  
    Lemon = 2, // 2  
    Orange = 4, // 4  
    Lime = 6 // 6  
}
```

Если указать значение частично, то компилятор будет стараться соблюдать последовательность.

```
enum Berrys {  
    Strawberry = 1,  
    Raspberry, // 2  
  
    Blueberry = 4,  
    Cowberry // 5  
}
```

Компилятор рассчитывает значение автоматически только на основе значения предыдущего члена перечисления. То есть, в перечислении с четырьмя константами, одной из которых значение установлено явно, предположим, третья по счету константа со значением `0`, значения для остальных констант будут устанавливаться следующим образом: первой константе будет задано значение `0`; второй, так как у первой значение `0`, будет установлено значение `1`; третьей константе мы явно установим значение `0`, поэтому компилятор пропускает её и идет дальше; четвертой, последней константе он устанавливает значение `1`, так как у предыдущего члена перечисления установлено значение `0`. Таким образом компилятор неявно создал повторяющиеся значения `1`. При попытке получить строковое представление константы перечисления по числовому повторяющемуся числовому значению, в качестве результата будет возвращена та константа, которая была определена последней.

```
enum Nuts {  
    Peanuts, // 0  
    Walnut, // 1  
    Hazelnut = 0, // 0  
    Cedar // 1  
}  
  
console.log(Nuts[Nuts.Peanuts]); // Hazelnut  
console.log(Nuts[Nuts.Walnut]); // Cedar
```

Вдобавок ко всему `Enum` позволяет задавать псевдонимы (alias). Псевдонимам устанавливается значение константы, на которую они ссылаются.

```
enum Languages {  
    Apple, // en, value = 0  
    Apfel = Apple, // de, value = 0
```

```
LaPomme = Apple // fr, value = 0  
}
```

При обращении к константе перечисления через точечную нотацию, будет возвращено **значение**. А при обращении к перечислению с помощью скобочной нотации и указания значения в качестве ключа, будет возвращено **строковое представление идентификатора константы**.

```
let value: number = Fruits.Apple; // 0  
let identifier: string = Fruits[value]; // "Apple"
```

Так как **Enum** представляет реальные значения, без которых программа будет неработоспособна, **Enum** обязан оставаться в коде после компиляции. Поэтому чтобы быстрее понять **Enum**, нужно посмотреть на него в скомпилированном, конечном виде. Но прежде создадим его самостоятельно.

*1 шаг.* Тем, кто ранее работал с **Enum**, уже известно, что **Enum** позволяет получать строковое представление константы, а также значение, ассоциированное с ней. Поэтому, чтобы создать **Enum**, нам потребуется ассоциативный массив, коими в *JavaScript* являются объекты. Назовем объект **Fruits** и передадим его в качестве аргумента в функцию **initialization**, в которую поместим код его инициализации.

```
var Fruits = {};  
  
function initialization(Fruits){  
  
}
```

*2 шаг.* Создадим поле с именем **Apple** и присвоим ему в качестве значения **0**.

```
var Fruits = {};  
  
function initialization(Fruits) {  
    Fruits["Apple"] = 0;  
}
```

*3 шаг.* Ассоциация константа-значение создана, осталось создать зеркальную ассоциацию значение-константа. Для этого создадим ещё одно поле, у которого в качестве ключа будет выступать значение **0**, а в качестве значения — строковое представление константы, то есть имя.

```
var Fruits = {};  
  
function initialization(Fruits) {  
    Fruits[ "Apple" ] = 0;
```

```
Fruits[ 0 ] = "Apple";  
}
```

4 шаг. Теперь сократим код. Для начала вспомним, что результатом операции присваивания является значение правого операнда. Поэтому сохраним результат первого выражения в переменную `value`, а затем используем её в качестве ключа во втором выражении.

```
var Fruits = {};  
  
function initialization(Fruits) {  
    let value = Fruits["Apple"] = 0; // то же самое что value = 0  
    Fruits[value] = "Apple"; // то же самое что Fruits[0] = "Apple";  
}
```

5 шаг. Продолжим сокращать и в первом выражении откажемся от переменной `value`, а во втором выражении на её место поместим первое выражение.

```
var Fruits = {};  
  
function initialization( Fruits ){  
    Fruits[Fruits["Apple"] = 0] = "Apple";  
}
```

6 шаг. Теперь сделаем то же самое для двух других констант.

```
var Fruits = {};  
  
function initialization(Fruits) {  
    Fruits[Fruits["Apple"] = 0] = "Apple";  
    Fruits[Fruits["Lemon"] = 1] = "Lemon";  
    Fruits[Fruits["Orange"] = 2] = "Orange";  
}
```

7 шаг. Теперь превратим функции `intialization` в самовызывающиеся функциональное выражение, а лучше анонимное самовызывающееся функциональное выражение.

```
var Fruits = {};  
  
(function(Fruits) {  
    Fruits[Fruits["Apple"] = 0] = "Apple";  
    Fruits[Fruits["Pear"] = 1] = "Pear";  
    Fruits[Fruits["Banana"] = 2] = "Banana";  
})(Fruits);
```

8 шаг. И перенесем инициализацию объекта прямо на место вызова.

```
var Fruits;  
(function(Fruits) {  
    Fruits[Fruits["Apple"] = 0] = "Apple";  
    Fruits[Fruits["Pear"] = 1] = "Pear";  
    Fruits[Fruits["Banana"] = 2] = "Banana";  
})(Fruits || (Fruits = {}));
```

Перечисление готово. Осталось сравнить созданное перечисление с кодом полученным в результате компиляции.

```
// enum сгенерированный typescript compiler  
var Fruits;  
(function (Fruits) {  
    Fruits[Fruits["Apple"] = 0] = "Apple";  
    Fruits[Fruits["Pear"] = 1] = "Pear";  
    Fruits[Fruits["Banana"] = 2] = "Banana";  
})(Fruits || (Fruits = {}));
```

Теперь добавим в рассматриваемое перечисление псевдоним `LaPomme` (яблоко на французском языке) для константы `Apple`.

```
enum Fruits {  
    Apple, // 0  
    Pear, // 1  
    Banana, // 2  
  
    LaPomme = Apple // 0  
}
```

И снова взглянем на получившийся в результате компиляции код. Можно увидеть, что псевдоним создается также, как обычная константа, но в качестве значения ему присваивается значение идентичное константе, на которую он ссылается.

```
(function (Fruits) {  
    Fruits[Fruits["Apple"] = 0] = "Apple";  
    Fruits[Fruits["Lemon"] = 1] = "Lemon";  
    Fruits[Fruits["Ornge"] = 2] = "Ornge";  
    Fruits[Fruits["LaPomme"] = 0] = "LaPomme"; // псевдоним  
})(Fruits || (Fruits = {}));
```

По причине того, что конструкции `Enum` не существует в `JavaScript`, хочется сказать лишь одно — данный тип перечисления безусловно стоит применять тогда, когда нужна двухсторонняя



ассоциация ключа с его числовым значением или, проще говоря, карта "строковый ключ - числовое значение \ числовой ключ - строковое значение".

## 16.4 Перечисления со строковым значением

Помимо значения с типом данных `Number`, *TypeScript* позволяет указывать в перечислении значения с типом данных `string`.

```
enum FruitColors {  
    Red = "#ff0000",  
    Green = "#00ff00",  
    Blue = "#0000ff"  
}
```

Но в случае, когда константам присваиваются строки, ассоциируется только ключ со значением. Обратная ассоциация (значение-ключ) — отсутствует. Простыми словами, по идентификатору-имени константы можно получить строковое значение, но по строковому значению получить идентификатор-имя константы невозможно.

```
var FruitColors;  
(function (FruitColors) {  
    FruitColors["Red"] = "#ff0000";  
    FruitColors["Green"] = "#00ff00";  
    FruitColors["Blue"] = "#0000ff";  
})(FruitColors || (FruitColors = {}));
```

Точно также, как `Enum` с числовыми значениями, `Enum` со строковыми значениями позволяет создавать псевдонимы (alias).

Добавим в перечисление `FruitColors` псевдонимы.

```
enum FruitColors {  
    Red = "#ff0000",  
    Green = "#00ff00",  
    Blue = "#0000ff",  
  
    Rouge = Red, // fr "#ff0000"  
    Vert = Green, // fr "#00ff00"  
    Bleu = Blue // fr "#0000ff"  
}
```

И снова изучим скомпилированный код. Можно убедиться, что псевдонимы создаются также, как и константы. А значение, присваиваемое псевдонимам, идентично значению констант, на которые они ссылаются.

```
var FruitColors;
(function (FruitColors) {
    FruitColors["Red"] = "#ff0000";
    FruitColors["Green"] = "#00ff00";
    FruitColors["Blue"] = "#0000ff";
    FruitColors["Rouge"] = "#ff0000";
    FruitColors["Vert"] = "#00ff00";
    FruitColors["Bleu"] = "#0000ff";
})(FruitColors || (FruitColors = {}));
```

## 16.5 Смешанное перечисление (mixed enum)

Если в одном перечислении объявлены числовые и строковые константы, то такое перечисление называется *смешанным* (mixed enum).

Со смешанным перечислением связаны две неочевидные особенности.

Первая из них заключается в том, что константам, которым значение не задано явно, присваивается числовое значение по правилам перечисления с числовыми константами.

```
enum Stones {
    Peach, // 0
    Apricot = "apricot"
}
```

Вторая особенность заключается в том, что если константа, которой значение не было присвоено явно, следует после константы со строковым значением, то такой код не скомпилируется. Причина заключается в том, что, как было рассказано в главе “Перечисления с числовым значением”, если константе значение не было установлено явно, то её значение будет рассчитано, как значение предшествующей ей константе `+1`, либо `0`, в случае её отсутствия. А так как у предшествующей константы значение принадлежит к строковому типу, то рассчитать число на его основе не представляется возможным.

```
enum Stones {
    Peach, // 0
    Apricot = "apricot",
    Cherry, // Error
    Plum // Error
}
```

Для разрешения этой проблемы в смешанном перечислении, константе которая была объявлена после константы со строковым значением, необходимо задавать значение явно.

```
enum Stones {
    Peach, // 0
    Apricot = "apricot",
```

```
    Cherry = 1, // 1
    Plum // 2
}
```

## 16.6 Перечисление в качестве типа данных

Может возникнуть мысль использовать перечисление в качестве типа данных переменной или параметра. Это вполне нормальное желание, но нужно быть очень осторожным: в *TypeScript* с перечислением связан один достаточно неприятный нюанс. Дело в том, что пока в перечислении есть хотя бы одна константа с числовым значением, он будет совместим с типом `Number`. Простыми словами, любое число проходит проверку совместимости типов с любым перечислением.

Функцию, тип параметра которой является смешанным перечислением, благополучно получится вызвать как с константой перечисления в качестве аргумента, так и с любым числом. Вызвать эту же функцию с идентичной константе перечисления строкой уже не получится.

```
enum Fruits {
    Apple,
    Pear,
    Banana = "banana"
}

function isFruitInStore(fruit: Fruits): boolean {
    return true;
}

isFruitInStore(Fruits.Banana); // ok
isFruitInStore(123456); // ok
isFruitInStore("banana"); // Error
```

Если перечисление содержит константы только со строковыми значениями, то совместимыми считаются только константы перечисления указанного в качестве типа.

```
enum Berrys {
    Strawberry = "strawberry",
    Raspberry = "raspberry",
    Blueberry = "blueberry"
}

function isBerryInStory(berry: Berrys): boolean {
    return true;
}

isBerryInStory(Berrys.Strawberry); // ok
isBerryInStory(123456); // Error
isBerryInStory("strawberry"); // Error
```

Поведение не совсем очевидное, поэтому не стоит забывать об этом при использовании перечислений, в которых присутствуют константы с числовым значением в качестве типа данных.

## 16.7 Перечисление `const` с числовым и строковым значением

Перечисление `Enum` объявленное с помощью ключевого слова `const` после компиляции не оставляет в коде привычных конструкций. Вместо этого компилятор встраивает литералы значений в места, в которых происходит обращение к значениям перечисления. Значения констант перечисления могут быть как числовыми, так и строковыми типами данных. Также как и в обычных перечислениях, в перечислениях, объявленных с помощью ключевого слова `const`, есть возможность создавать псевдонимы (alias) для уже объявленных констант.

Если создать два перечисления `Apple` и `Pear`, у каждого из которых будет объявлена константа `Sugar` с числовым значением, то на основе этих констант можно рассчитать количество сахара в яблочно-грушевом соке. Присвоив результат операции сложения количества сахара в промежуточную переменную, мы получим хорошо читаемое, задекларированное выражение.

```
const enum Apple {  
    Sugar = 10  
}  
  
const enum Pear {  
    Sugar = 10  
}  
  
let calciumInApplePearJuice: number = Apple.Sugar + Pear.Sugar;
```

После компиляции от перечисления не остается и следа, так как константы будут заменены числовыми литералами. Такое поведение называется *inline встраивание*.

```
let calciumInApplePearJuice = 10 + 10;
```

Обращение к значению через точечную нотацию требует большего времени, чем обращение к литеральному значению напрямую. Поэтому код с *inline* конструкциями выполняется быстрее по сравнению с кодом, в котором происходит обращение к членам объекта. Прибегать к подобному подходу рекомендуется только в тех частях кода, которые подвержены высоким нагрузкам. За счет перечисления, объявленного с ключевым словом `const`, исходный код будет легко читаемым, а конечный код — более производительным.

Тип `Enum` является уникальным для *TypeScript*, в *JavaScript* подобного типа не существует.

## 16.8 Итог

Примитивный тип данных перечисление (`Enum`) — это конструкция, представляющая собой список именованных констант.

Объявление перечисления происходит с помощью ключевого слова `enum`.

Константы перечисления могут быть ассоциированы с такими типами как `Number` и `String`.

В случае, когда в перечислении отсутствует явное указание значений, они ассоциируются с числовыми значениям в возрастающем порядке начиная с нуля.

В случае, когда значения в перечислении заданы не всем константам, то те константы, которым не было задано значение, будут ассоциированы с числовыми значениями основываясь на результате значения предыдущей константы или точки отсчета — нуля.

Константе нужно присваивать значение явно, если впереди стоящей объявленной было присвоено строковое значение.

Нельзя забывать, что с перечислениями, в которых присутствуют константы со значением типа `Number`, совместимость проходит любое число.

Перечисления, объявленные с добавлением ключевого слова `const`, встраивают значения констант *inline*

Использовать *inline встраивание* рекомендуется в коде, который подвержен высокой нагрузке.

## 17 Типы - Union, Intersection

### 17.1 Тип Объединение (Union Types)

Объединение (`Union`) — это мощный механизм, позволяющий создавать из множества существующих типов данных логическое условие, по которому данные могут принадлежать к одному из указанных типов. Объединение указывается с помощью оператора прямой черты `|`, по обе стороны которой располагаются типы данных.

```
let v1: T1 | T2 | T3;
```

Переменной, которой был указан тип объединения `A` или `B` или `C`, может быть присвоено значение, принадлежащие к одному из трех типов.

```
class A {}  
class B {}  
class C {}
```

```
let identifier: A | B | C; // значение может принадлежать только одному типу (A или B или C)
```

Поскольку значение может принадлежать ко множеству порой несовместимых типов, компилятор, без вмешательства разработчика, расценивает принадлежность значения к типу, который наделен общими для всех типов признаками.

```

class Bird {
    fly(): void {}

    toString(): string {
        return 'bird';
    }
}

class Fish {
    swim(): void {}

    toString(): string {
        return 'fish';
    }
}

class Insect {
    crawl(): void {}

    toString(): string {
        return 'insect';
    }
}

function move(animal: Bird | Fish | Insect): void {
    animal.fly(); // Error
    animal.swim(); // Error
    animal.crawl(); // Error

    animal.toString(); // ок, задекларировано во всех типах
}

```

## 17.2 Тип Пересечение (Intersection Type)

Пересечение (**Intersection**) — ещё один мощный механизм *TypeScript*, который позволяет рассматривать множество типов данных, как один. Пересечение указывается с помощью оператора амперсанда **&**, по обе стороны от которого указываются типы данных.

Переменной, которой был указан тип пересечение **A** и **B** и **C** может быть присвоено значение, принадлежащее к типам **A** и **B** и **C** одновременно.

```

let name: A & B & C; // значение должно принадлежать ко всем типам одновременно

```

## 17.3 Итоги

Тип *Объединение* (**Union Types**) позволяет указывать в качестве типа выражение, которое перечисляет типы, разделенные оператором прямой черты `|`, к одному из которых должно принадлежать значение.

Тип *Пересечение* (**Intersection Types**) позволяет указывать в качестве типа множество типов, разделенных оператором амперсанда `&`, к каждому из которых должен принадлежать тип данных значения.

## 18 Типы - Type Queries (запросы типа), Alias (псевдонимы типа)

### 18.1 Запросы Типа (Type Queries)

Запросы типа позволяют получить тип связанный с каким-либо идентификатором и использовать его при указании типа. Запрос типа определяется оператором **typeof** после которого идет идентификатор ссылающийся на тип. Запрос типа располагается в местах указания типа данных.

```
let v1: T1;
let v2: typeof v1;
```

Простыми словами, при объявлении чего-либо, в качестве типа можно указать тип, полученный из переменной, параметра функции или метода, а также членов объекта и класса.

```
class T {
  static staticProp: number;

  field: string;

  get prop(): boolean {
    return true;
  }

  method(): void {

  }
}
```

```
let t: T = new T();
```

```
let v0: typeof t; // let v0: T
let v1: typeof T.staticProp; // let v1: number
let v2: typeof t.field; // let v2: string
let v3: typeof t.prop; // let v3: boolean
```

```
let v4: typeof t.method; // let v4: ()=>void
```

```
function f(param: number): void {  
    let v: typeof param; // let v: number  
}
```

Запрос типа может быть очень полезен сторонникам минимализма, который достигается при помощи вывода типов. Тем, кто придерживается консерватизма, возможно, придется по душе идея ускорять написание тестов за счет механизма вывода типов. Ведь в тех ситуациях, когда для тестирования требуются не использующиеся в приложении типы данных (как правило львиная доля которых приходится на данные), часто не хочется тратить время на их декларацию, но при этом хочется использовать автодополнение. В *TypeScript* такое становится возможным благодаря выводу типов в паре с оператором запроса типа.

Представьте значение, присвоенное переменной, тип которой не указан явно. Теперь представьте что это значение нужно передать в функцию, параметр которой также не имеет явного указания типа. В этом случае в функции будет сложно работать с параметрами, так как вывод типов определит его принадлежность к типу `any`.

```
const STANDART_NORMAL = { x: 0, y: 0 }; // данные которые нужны только для  
контролирования точности самих тестов, а это в свою очередь означает, что декларация  
типов для них ещё не определена. Хотя вывод типов в состоянии вывести тип {x: number,  
y: number} для этой константы.
```

```
// здесь вывод типа не в состоянии вывести тип параметров функции
```

```
function valid(standart) {  
    let element = document.querySelector('#some-id');  
    let { clientLeft: x, clientTop: y } = element;  
    let position = { x, y };  
  
    // поэтому о параметрах невозможно получить какую-либо информацию  
    let isPositionXValid = position.x === standart. // автодополнение отсутствует  
    let isPositionYValid = position.y === standart. // автодополнение отсутствует  
  
    // ...  
}
```

Не стоит рассуждать над тем, оставить так или указать типы, которые, возможно, предварительно нужно задекларировать. Вместо этого стоит попробовать такой замечательный механизм, как запрос типа. Запрос типа, в своем лице, позволяет решить, одновременно, две проблемы, одна из которых связана с проблемами, сопутствующими типу `any`, а другая — минимализму и расходу времени на декларирование типов.

```
const STANDART_NORMAL = { x: 0, y: 0 };
```

```
// получение типа для аннотирования параметров прямо из константы.
```

```
function valid(standart: typeof STANDART_NORMAL) {
```



```

let element = document.querySelector('#some-id');
let { clientLeft: x, clientTop: y } = element;
let position = { x, y };

// расходовать время на декларацию типа так и не пришлось. Тем не менее
автодополнение работает.
let isPositionXValid = position.x === standart.x; // выводит .x
let isPositionYValid = position.y === standart.y; // выводит .y

// ...
}

```

## 18.2 Псевдонимы Типов (Type Aliases)

Создание *псевдонимов типа* (alias) — ещё одна из множества незаменимых возможностей *TypeScript*. Псевдоним типа объявляется с использованием ключевого слова `type`, после которого идет идентификатор-имя псевдонима типа, за которым идет оператор присваивания `=`, справа от которого находится тип для которого будет создан псевдоним.

```
type Alias = T1;
```

Объявляться псевдоним типа может в контексте модулей, функций и методов.

```

class Type {
  method(): void {
    type Alias = Type;
  }
}

```

```
type Alias = Type;
```

```

function func(): void {
  type Alias = Type;
}

```

Так как псевдонимы типов являются лишь псевдонимами для реальных типов, они не оставляют следа в коде после компиляции, к тому же их нельзя было расширять (`extends`) и реализовать (`implements`) в ранних версиях языка (до 2.7). Сейчас псевдоним типа можно реализовать или расширить, только если он представляет объектный тип (`object type`) или пересечение объектных типов со статически известными членами. Кроме того, псевдонимы типов нельзя использовать в операциях над типами с применением операторов `typeof` и `instanceof`. Помимо этого, если псевдоним типа будет создан для объекта, то при попытке создать его экземпляр возникнет ошибка.

```

class Class {
    f1: number;
    f2: string;
}

type ClassAlias = Class;

let v1: ClassAlias = new Class(); // Ok
let v2: ClassAlias = new ClassAlias(); // Error

```

Псевдонимы типов можно создавать также как для объединений, так и для пересечений.

```

type SomeType = number | string | boolean; // union type
type OtheType = number & string & boolean; // intersection type

```

Давно доказано, что идентификаторы типов, которые однозначно говорят о своем предназначении, облегчают понимание кода и его поддержку, тем самым сокращая затраты на его написание. По этой причине имена типов могут получаться очень длинными. Создание объединений или пересечений из нескольких типов с длинными именами может привести к ситуации, при которой код не поместится на одной строчке, а это приведет к трудностям чтения кода.

```

class BirdSignDataProvider {}
class FishSignDataProvider {}
class InsectSignDataProvider {}

function animalSignValidate(
    signProvider: BirdSignDataProvider | FishSignDataProvider | InsectSignDataProvider
): boolean {
    return true;
}

```

При работе с типами объединения и пересечения псевдонимы типов позволяют повысить читаемость кода за счет сокрытия множества типов за одним идентификатором.

```

class BirdSignDataProvider {};
class FishSignDataProvider {};
class InsectSignDataProvider {};

type AnimalSignProvider =
    BirdSignDataProvider |
    FishSignDataProvider |
    InsectSignDataProvider;

function animalSignValidate(signProvider: AnimalSignProvider): boolean {

```

```
    return true;
}
```

Помимо всего этого, псевдонимы типов можно выносить в отдельные модули, а затем импортировать их в места назначения. В случае, если модуль, содержащий псевдонимы типов, содержит только их, современные сборщики не будут включать такой модуль в сборку. Другими словами, модуль растворится точно также, как и другие, не имеющие место в *JavaScript*, конструкции *TypeScript*.

```
// aliases.ts
import BirdSignDataProvider from './BirdSignDataProvider';
import FishSignDataProvider from './FishSignDataProvider';
import InsectSignDataProvider from './InsectSignDataProvider';

export type AnimalSignProvider =
    BirdSignDataProvider |
    FishSignDataProvider |
    InsectSignDataProvider;
```

```
// index.ts
import { AnimalSignProvider } from './aliases';

import BirdSignDataProvider from './BirdSignDataProvider';
import FishSignDataProvider from './FishSignDataProvider';
import InsectSignDataProvider from './InsectSignDataProvider';

function animalSignValidate(signProvider: AnimalSignProvider): boolean {
    return true;
}

animalSignValidate(new BirdSignDataProvider());
animalSignValidate(new FishSignDataProvider());
animalSignValidate(new InsectSignDataProvider());
```

Как было сказано ранее в главе “Псевдонимы Типов (Type Aliases)”, в тех редких случаях, когда декларированием типов, требующихся только для тестирования, можно пренебречь, механизм запроса типов помогает получить тип, который можно указать в аннотации типа, выведя его прямо из значения, на которое ссылается идентификатор. Это дает все возможности типизации, за исключением читаемости кода. Хотя в примере, иллюстрирующим работу механизма запроса типа, константа `STANDART_NORMAL` имеет вполне говорящий идентификатор, допускаются случаи, при которых будет сложно добиться подобного. При худшем сценарии идентификатор может иметь общий смысл.

```
let data = { x: 0, y: 0 };

function valid(standart: data) { // data, что это?
```

```
}
```

В таких случаях псевдоним типа может оказать неоценимую помощь. Ведь экономия времени, затраченное на декларирование типов данных, не лишит код его выразительности и семантики.

```
const STANDART_NORMAL = { x: 0, y: 0 };
```

```
type StandartNormalPoint = typeof STANDART_NORMAL; // определение "говорящего типа" без  
затраты времени на его декларирование.
```

```
function valid(standart: StandartNormalPoint) {  
    // ...
```

```
    // Расходовать время на декларацию типа не пришлось, при этом работает  
    автодополнение и параметр функции обзавелся типом, в чьем названии заключено его  
    предназначение.
```

```
    let isPositionXValid = position.x === standart.x; // выводит .x
```

```
    let isPositionYValid = position.y === standart.y; // выводит .y
```

```
    // ...
```

```
}
```

Есть ещё пара особенностей псевдонимов:

Вынести объявления кортежа (`Tuple`), речь о которых пойдет далее в главе **Типы - Object, Array, Tuple**, можно только в описание псевдонима.

Создать тип сопоставления, о них речь пойдет далее в главе **Расширенные типы - Readonly, Partial, Required, Pick, Record**, к которым можно отнести такие типы как `Readonly`, `Partial`, `Pick`, `Record` и им подобные можно исключительно на основе псевдонимов типов.

## 18.3 Итоги

Запросы типа позволяют указать в качестве типа тип, связанный с каким-либо идентификатором.

Тип-псевдоним (`Type Aliases`) позволяет создавать псевдонимы типов для существующих типов, делая исходный код более читаемым.

Тип-псевдоним нельзя использовать в качестве супертипа, а также использовать в операциях в которых используются операторы `typeof` и `instanceof`.

Вынести описание типа `Tuple` возможно только в описание псевдонима типа. Кроме того, сопоставимые типы можно описать только на основе псевдонима типа (но об этом чуть позже).

## 19 Типы - Примитивные литеральные типы `Number`, `String`, `Boolean`, `Unique Symbol`, `Enum`

### 19.1 Примитивные типы — литеральные типы `Number`, `String`, `Boolean`, `Unique Symbol`, `Enum`

В *TypeScript* существуют примитивные типы данных, которые называются *литеральными типами данных*. Как можно понять из названия, типы выражаются литералами значений примитивных типов. Так например число `5`, строка `"apple"`, логическое значение `true` или константа перечисления `Fruits.Apple` может выступать в качестве типа данных. Не сложно догадаться, что в качестве значений в таком случае могут выступать только литеральные эквиваленты самих типов, а также `Null` и `Undefined` (при `strictNullChecks = false`).

Литеральные типы были созданы для того, чтобы на этапе компиляции выявлять ошибки, возникающие из-за несоответствия значений заранее объявленных констант. Ранее такие ошибки можно было выявить только на этапе выполнения.

### 19.2 Литеральный тип `Number` (`Numeric Literal Types`)

Литеральный тип `Number` должен состоять из литеральных значений, входящих в допустимый диапазон чисел, от `Number.MIN_VALUE` (-9007199254740992) до `Number.MAX_VALUE` (9007199254740992) и может записываться в любой системе счисления (двоичной, восьмеричной, десятичной, шестнадцатеричной).

Очень часто в программе фигурируют константные значения, ограничить которые одним типом недостаточно. Здесь на помощь и приходят литеральные типы данных. Сервер, в конфигурации которого разрешено запускаться на `80` или `42` порту, мог бы иметь метод, который вызывали с номером нужного порта в качестве аргумента. Проверка значения аргумента на принадлежность к разрешенному порту в блоке `if` с последующим выбрасыванием исключения выявило бы несоответствие только на этапе выполнения. Помощь статической типизации, в данном случае, выражалась лишь в ограничении по типу `Number`.

```
const port80: number = 80;
const port42: number = 42;

// параметры ограничены лишь типом данных
function start(port: number): void {
    // блок if сообщит об ошибке только во время выполнения
    if (port !== port80 || port !== port42) {
        throw new Error(`port #${port} is not valid.`);
    }
}
```

```
start(81); // вызов с неправильным значением
```

Именно для таких случаев и были введены литеральные типы данных. Благодаря литеральному типу `Number`, появилась возможность выявлять ошибки, не дожидаясь выполнения программы. В данном случае значение допустимых портов можно указать в качестве типа параметров функции.

```
const port80: number = 80;
const port42: number = 42;

function start(port: 80 | 42): void {
    // блок if сообщит об ошибке только во время выполнения
    if (port !== port80 || port !== port42) {
        throw new Error(`port #${port} is not valid.`);
    }
}

start(81); // ошибка выявлена на этапе компиляции!
```

Для повышения семантики кода создадим псевдоним типа для литерального типа.

```
type ValidPortValue = 80 | 42;

const port80: number = 80;
const port42: number = 42;

function start(port: ValidPortValue): void {
    // блок if сообщит об ошибке только во время выполнения
    if (port !== port80 || port !== port42) {
        throw new Error(`port #${port} is not valid.`);
    }
}

start(81); // ошибка выявлена на этапе компиляции!
```

Как уже было сказано ранее, литеральный тип `Number` можно указывать в любой системе счисления.

```
type NumberLiteralType = 0b101 | 0o5 | 5 | 0x5;
```

Примитивный литеральный тип `Number` является уникальным для *TypeScript*, в *JavaScript* подобного типа не существует.

## 19.3 Литеральный тип String (String Literal Types)

Литеральный тип `String` может быть указан только строковыми литералами, заключенными в одинарные ( `' '` ) или двойные ( `" "` ) кавычки. Так называемые шаблонные строки, которые заключены в обратные кавычки ( `` `` ), не могут быть использованы в качестве строкового литерального типа.

В ходе разработки конвенциями проекта могут быть наложены ограничения на типы используемой анимации. Чтобы не допустить ошибочных идентификационных значений, можно ограничить тип `string` литеральными значениями.

```
function animate(name: "ease-in" | "ease-out"): void {  
  
}  
  
animate('ease-in'); // Ok  
animate('ease-in-out'); // Error
```

Примитивный литеральный тип `string` является уникальным для *TypeScript*, в *JavaScript* подобного типа не существует.

## 19.4 Литеральный Тип Boolean (Boolean Literal Types)

Литеральный тип `Boolean` ограничен всего двумя литеральными значениями `true` и `false`.

Так как литеральный тип `Boolean`, также, как и обычный тип `Boolean`, состоит всего из двух литеральных значений `true` и `false`, то детально разбирать, собственно, и нечего.

Это прекрасный повод, чтобы ещё раз повторить определение. Каждый раз, когда встречается часть кода, работа которой зависит от заранее определенного значения-константы, стоит подумать, нужно ли ограничивать тип литеральным типом, и может ли литеральный тип повысить типобезопасность и семантику кода.

```
function setFlag(flag: true | "true"): void {  
  
}
```

Примитивный литеральный тип `boolean` является уникальным для *TypeScript*, в *JavaScript* подобного типа не существует.

## 19.5 Литеральный Тип Unique Symbol (unique symbol) уникальный символный тип

Несмотря на то, что тип данных `symbol` является уникальным для программы, с точки зрения системы типов он не может гарантировать типобезопасность.

```
function f(key: symbol) {  
    // для успешного выполнения программы предполагается, что параметр key будет
```

```
принадлежать к типу Symbol.for('key')...  
}
```

```
f(Symbol.for('bad key')); // ... тем не менее функцию f() можно вызвать с любым другим  
символом
```

Для того, чтобы избежать подобного сценария, *TypeScript* добавил новый примитивный литеральный тип данных `Unique Symbol`. `Unique Symbol` является подтипом `Symbol` и указывается в аннотации с помощью литерального представления `unique symbol`.

Создается `unique symbol` теми же способами, что и `Symbol`, с помощью прямого вызова конструктора `Symbol()` или с помощью метода класса `Symbol.for()`. Но, в отличие от `symbol`, `unique symbol` может быть указан только в аннотации константы (`const`) и поля класса (`static`), объявленного с модификатором `readonly`.

```
const v0: unique symbol = Symbol.for('key'); // Ok  
let v1: unique symbol = Symbol.for('key'); // Error  
var v2: unique symbol = Symbol.for('key'); // Error  
  
class Identifier {  
    public static readonly f0: unique symbol = Symbol.for('key'); // Ok  
  
    public static f1: unique symbol = Symbol.for('key'); // Error  
    public f2: unique symbol = Symbol.for('key'); // Error  
}
```

Кроме того, чтобы ограничить значение до значения принадлежащего к типу `unique symbol`, требуется прибегать к механизму запроса типа, который подробно рассматривается в главе [Типы - Type Queries \(запросы типа\), Alias \(псевдонимы типа\)](#).

```
const KEY: unique symbol = Symbol.for( 'key');  
  
// аннотация параметра и возвращаемого из функции типа при помощи механизма запросов  
// типа  
function f(key: typeof KEY): typeof KEY {  
    return key;  
}  
  
f(KEY); // Ok  
f(Symbol('key')); // Error  
f(Symbol.for('key')); // Error
```

Поскольку каждый `unique symbol` имеет собственное представление в системе типов, то совместимыми могут считаться только символы, имеющие идентичную ссылку на объявление.



```

const KEY: unique symbol = Symbol.for('key');
const OTHER_KEY: unique symbol = Symbol.for('key');

if (KEY === OTHER_KEY) { // Ошибка, unique symbol не равно unique symbol
}

function f(key: typeof KEY): typeof KEY {
    return key;
}

let key = KEY; // let key: symbol; // symbol !== unique symbol

f(key); // Error

```

Тип `unique symbol` предназначен для аннотирования уникальных символьных литералов. С его помощью реализуется задуманное для *JavaScript* поведение в типизированной среде *TypeScript*.

## 19.6 Литеральный тип Enum (Enum Literal Types)

Литеральный тип `Enum` ограничивается литеральными значениями его констант. Это утверждение верно с одной оговоркой: правило совместимости типов для перечисления, у которого имеются константы с числовым значением, распространяется и на литеральный тип `Enum`.

Напомним, если перечисление составляют только строковые константы, то в качестве значения может быть присвоено только константы перечисления.

```

enum Berrys {
    Strawberry = "strawberry",
    Raspberry = "raspberry",
    Blueberry = "blueberry"
}

type RedBerry = Berrys.Raspberry | Berrys.Strawberry;

var berry: RedBerry = Berrys.Strawberry; // Ok
var berry: RedBerry = Berrys.Raspberry; // Ok
var berry: RedBerry = Berrys.Blueberry; // Error
var berry: RedBerry = 123; // Error
var berry: RedBerry = "strawberry"; // Error

```

В том же случае, если в перечислении присутствует константа с числовым значением, в качестве значения может быть присвоено любое число.

```

enum Fruits {
    Apple,
    Pear,

```

```
Banana = "banana"
}

type FruitGrowOnTree = Fruits.Apple | Fruits.Pear;

var fruit: FruitGrowOnTree = Fruits.Apple; // Ok
var fruit: FruitGrowOnTree = Fruits.Pear; // Ok
var fruit: FruitGrowOnTree = Fruits.Banana; // Error
var fruit: FruitGrowOnTree = 123; // Ok!
var fruit: FruitGrowOnTree = "apple"; // Error
```

Правила литеральных типов `Enum` распространяются и на перечисление, объявленное с помощью ключевого слова `const`.

Примитивный литеральный тип `Enum` является уникальным для *TypeScript*, в *JavaScript* подобного типа не существует.

## 19.7 Итоги

Литеральный тип `Number` должен указываться числовыми литералами, входящими в допустимый диапазон от `Number.MIN_VALUE` до `Number.MAX_VALUE` и может записываться в двоичной, восьмеричной, десятичной и шестнадцатеричной системе счисления.

Литеральный тип `String` должен указываться литералами строк, заключенными в одинарные ( `' '` ) или двойные кавычки ( `" "` ).

Литеральные тип `Boolean` указывается при помощи литеральных значений `true` и `false`.

Литеральный тип `Enum` указывается с помощью констант, объявленных в перечислении.

На литеральный тип `Enum` действуют те же правила сопоставления типов, что и на обычный `Enum`.

## 20 Типы - Object, Array, Tuple

### 20.1 Типы — Object, Array, Tuple

Пришло время рассмотреть такие типы данных как `Object` и `Array`, с которыми разработчики *JavaScript* уже хорошо знакомы. А также неизвестный в мире *JavaScript* тип данных `Tuple`, который не представляет собой ничего сложного.

### 20.2 Object (object) — ссылочный объектный тип

Ссылочный тип данных `Object` является базовым для всех ссылочных типов в *TypeScript*.

Помимо того, что в *TypeScript* существует объектный тип `Object`, описывающий с помощью глобального интерфейса одноимённый тип из *JavaScript*, также существует тип данных, который представляет любое объектное значение, и который указывается с помощью ключевого слова `object`. Поведение типа указанного с помощью ключевого слова и интерфейса различаются.

Переменные, которым указан тип с помощью ключевого слова `object`, не могут хранить значения примитивных типов, чьи имена начинаются со строчной буквы. В отличие от них, тип интерфейса `Object` совместим с любым типом данных.

```
let elephant: object;
let lion: Object;

elephant = 5; // Error
lion = 5; // Ok

elephant = ''; // Error
lion = ''; // Ok

elephant = true; // Error
lion = true; // Ok

elephant = null; // Ok, strictNullChecks = false
lion = null; // Ok, strictNullChecks = false

elephant = undefined; // Ok, strictNullChecks = false
lion = undefined; // Ok, strictNullChecks = false
```

Ограничение объектов типом, указанным с помощью ключевого слова `object`, будет ограничивать их функционалом интерфейса `Object`. При попытке обратиться к членам объекта, не задекларированным в интерфейсе `Object`, возникнет ошибка. Напомним, что в случаях, когда тип нужно сократить до базового, сохранив при этом возможность обращения к специфичным (определённым пользователем) членам объекта, нужно использовать тип `any`.

```
class SeaLion {
  rotate(): void {}

  voice(): void {}
}

let seaLionAsObject: object = new SeaLion(); // Ok
seaLionAsObject.voice(); // Error

let seaLionAsAny: any = new SeaLion(); // Ok
seaLionAsAny.voice(); // Ok
```

Тип интерфейса `Object` идентичен по своей работе с одноименным типом из *JavaScript*. Несмотря на то, что тип, указанный с помощью ключевого слова `object`, имеет схожее название, его поведение отличается от типа интерфейса.

## 20.3 Array (type[]) ссылочно-массивоподобный тип

Ссылочный тип данных `Array` является типизированным спископодобным объектом, содержащим логику для работы с элементами.

Тип данных `Array` указывается с помощью литерала массива, перед которым указывается тип данных `type[]`.

Если при объявлении массива указать тип `string[]`, то храниться в нем могут только элементы, принадлежащие или совместимые с типом `String` (например `Null`, `Undefined`, `Literal Type String`)

```
var animalAll: string[] = [
    'Elephant',
    'Rhino',
    'Gorilla'
];

animalAll.push(5); // Error
animalAll.push(boolean); // Error
animalAll.push(null); // Ok
animalAll.push(undefined); // Ok
```

В случае неявного указания типа, вывод типов самостоятельно укажет тип как `string[]`.

```
var animalAll = [
    'Elephant',
    'Rhino',
    'Gorilla'
]; // animalAll : string[]
```

Если массив должен хранить смешанные типы данных, то один из способов это сделать — указать тип объединение (`Union`). Нужно обратить внимание на то, как трактуется тип данных `Union` при указании его массиву. Может показаться, что указав в качестве типа тип объединения `Union`, массив может состоять только из какого-то одного перечисленного типа `Elephant`, `Rhino` или `Gorilla`. Но это не совсем так. Правильная трактовка гласит, что каждый элемент массива может принадлежать к типу `Elephant` или `Rhino` или `Gorilla`.

```
class Elephant {}
class Rhino {}
class Gorilla {}
```

```
var animalAll: (Elephant | Rhino | Gorilla)[] = [  
    new Elephant(),  
    new Rhino(),  
    new Gorilla()  
];
```

Если для смешанного массива не указать тип явно, то вывод типов самостоятельно укажет все типы, которые хранятся в массиве. Более подробно эта тема будет рассмотрена в главе **Типизация - Вывод типов**.

В случае, если типы данных неизвестны при создании экземпляра массива, следует указать в качестве типа тип `any`.

```
let dataAll: any[] = [];  
  
dataAll.push(5); // Ok -> number  
dataAll.push('5'); // Ok -> string  
dataAll.push(true); // Ok -> boolean
```

Нужно стараться как можно реже использовать массивы со смешанными типами, а к массивам с типом `any` нужно прибегать только в самых крайних случаях. Кроме того, как было рассказано в главе **Экспурс в типизацию - Совместимость типов на основе вариантности**, из-за того, что нужно крайне осторожно относиться к массивам, у которых входные типы являются ковариантными, не рекомендуется указывать массиву базовые типы.

В случаях, в которых требуется создавать массив при помощи оператора `new`, приходится прибегать к типу глобального обобщённого интерфейса `Array<T>`. Обобщения будут рассмотрены чуть позднее, а пока нужно запомнить следующее.

При попытке создать экземпляр массива путем вызова конструктора, операция завершится успехом в тех случаях, когда создаваемый массив будет инициализирован пустым, либо с элементами одного типа данных. В случаях смешанного массива, необходимо явно указывать типы обобщения, заключенные в угловые скобки.

```
let animalData: string[] = new Array(); //Ok  
let elephantData: string[] = new Array('Dambo'); // Ok  
let lionData: (string | number)[];  
  
lionData = new Array('Simba', 1); // Error  
lionData = new Array('Simba'); // Ok  
lionData = new Array(1); // Ok  
let deerData: (string | number)[] = new Array<string | number>('Bambi', 1); // Ok
```

В *TypeScript* поведение типа `Array` идентично поведению одноимённого типа в *JavaScript*.

## 20.4 Tuple ([T0, T1, ..., Tn]) тип кортеж

Тип данных `Tuple` (кортеж) состоит из строго заданной последовательности типов, чередой которых соответствует индексам, указанного в качестве значения массива, начиная с нуля. Тип данных `Tuple` указывается литералом массива, в котором заключены, перечисленные через запятую, типы данных `[T1, T2, T3]`.

Массив, выступающий в качестве значения, должен хранить элементы таким образом, чтобы в индексах, соответствующих расположению типов в кортеже, обязательно находились значения совместимые с этими типами.

Другими словами, если переменной, аннотированной типом кортеж имеющим определенную последовательность, состоящую из типов `string` и `number`, присвоить ссылку на массив у которого первым элементом хранится строка, а вторым цифра, операция присваивания завершится успехом. Если в массиве первым элементом будет значение `null`, а вторым `undefined`, то ошибка выброшена не будет, так как эти типы считаются совместимыми с указанными в кортеже. Но если первым элементом будет цифра, а вторым строка, то будет выброшена ошибка, так как заданная последовательность типов не соблюдена.

```
let elephantData: [string, number] = ['Dambo', 1]; // Ok
let giraffeData: [string, number] = [null, undefined]; // Ok
let liontData: [string, number] = [1, 'Simba']; // Error
```

Длина массива-значения должна соответствовать количеству типов, указанных в `Tuple`.

```
let elephantData: [string, number] = ['Dambo', 1]; // Ok
let liontData: [string, number] = ['Simba', 1, 1]; // Error, лишний элемент
let fawnData: [string, number] = ['Bambi']; // Error, не достаёт одного элемент
let giraffeData: [string, number] = []; // Error, не достаёт всех элементов
```

Но это правило не мешает добавить новые элементы после того, как массив был присвоен ссылке (ассоциирован со ссылкой). Но элементы, чьи индексы выходят за пределы установленные кортежем, обязаны иметь тип, совместимый с одним из перечисленных в этом кортеже.

```
let elephantData: [string, number] = ['Dambo', 1];
elephantData.push(1941); // Ok
elephantData.push('Disney'); // Ok
elephantData.push(true); // Error, тип boolean, в то время, как допустимы только типы
совместимые с типами string и number
```

```
elephantData[10] = ''; // Ok
elephantData[11] = 0; // Ok
```

```
elephantData[0] = ''; // Ok, значение совместимо с типом заданном в кортеже
elephantData[0] = 0; // Error, значение не совместимо с типом заданном в кортеже
```

Массив, который связан с типом кортежем, ничем не отличается от обычного, за исключением того, как определяются типы его элементов.

При попытке присвоить элемент под индексом 0 переменной с типом `string`, а элемент под индексом `1` переменной с типом `number`, операции присваивания завершатся успехом. Но несмотря на то, что элемент под индексом `2` принадлежит к литеральному типу `string`, при попытке присвоить его в качестве значения переменной с типом `string`, будет выброшена ошибка. Дело в том, что элементы, чьи индексы выходят за пределы установленные кортежем, принадлежат к типу объединению (`Union`). Это означает что элемент под индексом `2` принадлежит к типу `string | number`, а это не то же самое, что тип `string`, который указан переменной.

```
let elephantData: [string, number] = ['Dambo', 1]; // Ok

elephantData[2] = 'nuts';

let elephantName: string = elephantData[0]; // Ok, тип string
let elephantAge: number = elephantData[1]; // Ok, тип number
let elephantDiet: string = elephantData[2]; // Error, тип string | number
```

Есть два варианта решения этой проблемы. Первый вариант, это изменить тип переменной со `string` на тип объединения `string | number`, что ненадолго избавит от проблемы совместимости типов. Второй, более подходящий вариант, прибегнуть к приведению типов, который детально будет рассмотрен позднее.

В случае, если описание кортежа может навредить семантике кода, его можно поместить в описание псевдонима типа (`type`).

```
type Tuple = [number, string, boolean, number, string];

let v1: [number, string, boolean, number, string]; // плохо
let v2: Tuple; // хорошо
```

Кроме того, тип кортеж можно указывать в аннотации остаточных параметров (`...rest`).

```
function f(...rest: [number, string, boolean]): void {}

let tuple: [number, string, boolean] = [5, '', true];
let array = [5, '', true];

f(5); // Error
f(5, ''); // Error
f(5, '', true); // Ok
f(...tuple); // Ok
f(tuple[0], tuple[1], tuple[2]); // Ok
f(...array); // Error
```

```
f(array[0], array[1], array[2]); // Error, все элементы массива принадлежат к типу
string | number | boolean, в то время как первый элемент кортежа принадлежит к типу
number
```

Помимо этого, типы, указанные в кортеже могут быть помечены как необязательные с помощью необязательного модификатора `?`.

```
function f(...rest: [number, string?, boolean?]): void {}

f(); // Error
f(5); // Ok
f(5, ''); // Ok
f(5, '', true); // Ok
```

У кортежа, который включает типы, помеченные как не обязательные, свойство длины принадлежит к типу объединения (`Union`) состоящего из литеральных числовых типов.

```
function f(...rest: [number, string?, boolean?]): [number, string?, boolean?] {
    return rest;
}

let l = f(5).length; // let l: 1 | 2 | 3
```

Еще несколько неочевидных моментов, связанным с выводом типов при работе с типом кортеж будет рассмотрено в главе **Типизация - Вывод типов**.

Напоследок стоит обратить внимание на тот факт, что тип переменной при присвоении ей инициализированного массива без явного указания типа, будет выведен как массив. Другими словами вывод типа неспособен вывести тип кортеж.

```
let elephantData = ['Dambo', 1]; // type Array (string | number)[]
```

Тип `Tuple` является уникальным для `TypeScript`, в `JavaScript` подобного типа не существует.

## 20.5 Итоги

Поведение типа глобального интерфейса `Object` отличается от типа, указанного с помощью ключевого слова `object`.

Объект с типом `object` является базовым типом для всех ссылочных типов и ограничен *api* экземпляра класса `Object`.

Ссылочный тип `Array` обозначается с помощью литерала массива, перед которым обязательно указывается тип `type[]`.



Очень важным моментом является понимание того, что указывается не тип данных, из которого состоит массив, а тип данных, к которому может принадлежать каждый элемент массива.

Тип данных `Tuple` (кортеж) состоит из строго заданной последовательности типов, чередой которых соответствует индексам, указанным в качестве значения массива (начиная с нуля) и обозначается литералом массива, в котором заключены перечисленные типы данных.

Элементы, чьи индексы выходят за границы указанные кортежем, должны быть совместимы с `Union` от перечисленных в кортеже типов.

Элементы, чьи индексы выходят за границы указанные кортежем, при присвоении имеют тип объединения (`Union`), а также не могут быть получены путем деструктуризации.

Кортеж не выводится с помощью вывода типов.

## 21 Типы - Function, Functional Types

### 21.1 Function, Functional Types

Функция — это ключевая концепция *JavaScript*. Функции присваиваются в качестве значений переменным и передаются как аргументы при вызове других функций. Поэтому не удивительно, что в *TypeScript* существует возможность декларировать *функциональный тип*.

### 21.2 Function Types - тип функция

В *TypeScript*, так же как и в *JavaScript*, существует объектный тип `Function`. Поскольку в *JavaScript* все функции принадлежат к типу `Function`, в *TypeScript* тип `Function` является базовым для всех функций. Тип `Function` можно указывать в аннотации типа тогда, когда о сигнатуре функции ничего не известно или в качестве значения могут выступать функции с несовместимыми сигнатурами.

```
function f1(p1: number): string {  
    return p1.toString();  
}
```

```
function f2(p1: string): number {  
    return p1.length;  
}
```

```
let v1: Function = f1;  
let v2: Function = f2;
```

При этом нельзя забывать, что по канонам статически типизированных языков, архитектуру программы нужно продумывать так, чтобы сводить присутствие высших в иерархии типов к нулю. В тех случаях, когда сигнатура функции известна, тип стоит конкретизировать при помощи функциональных типов.

Поведение типа `Function` идентично одноимённому типу из *JavaScript*.

## 21.3 Functional Types - функциональный тип

Помимо того, что в *TypeScript* существует объектный тип `Function`, также существует функциональный тип, с помощью которого осуществляется описание сигнатур функциональных выражений.

Функциональный тип обозначается с помощью пары круглых скобок (открывающая и закрывающая), после которых идет стрелка, после которой обязательно указывается тип возвращаемого значения. При наличии у функционально выражения параметров, их декларация заключается между круглых скобок `(p1: type, p2: type) => type`.

```
type FunctionalType = (p1: type, p2: type) => type;
```

Если декларация сигнатуры функционального выражения известна, то рекомендуется использовать функциональный тип, так как он в большей степени соответствует типизированной атмосфере.

```
type SumFunction = (a: number, b: number) => number;
```

```
const sum: SumFunction = (a: number, b: number): number => a + b;
```

Поведение функционального типа указывающегося с помощью функционального литерала идентично поведению типа `Function`, но при этом более оно более конкретно и поэтому предпочтительнее.

## 21.4 this в сигнатуре функции

Ни для кого не будет секретом, что в *JavaScript* при вызове функций можно указать их контекст. В львиной доле случаев, возможность изменять контекст вызова функции является нежелательным поведением *JavaScript*, но только не в случае реализации такой конструкции, как *функциональная примесь* (functional mixins).

Функциональная примесь — это функция, которая в своем теле ссылается на члены объявленные в объекте, к которому она “примешивается”. Проблем не возникнет, если подобный механизм реализуется в динамически типизированном языке, каким является *JavaScript*.

```
// .js
```

```
class Animal {
  constructor(){
    this.type = 'animal';
  }
}
```

```
function getType() {
  return this.type;
}
```

```
let animal = new Animal();
animal[getType.name] = getType;

console.log(animal.getType()); // animal
```

Но в статически типизированном языке такое поведение должно быть расценено, как ошибочное, так как у функции нет присущего объектам признака `this`. Несмотря на это, в `JavaScript`, а значит и в `TypeScript`, контекст самой программы (или, по другому, глобальный объект) является объектом. Это в свою очередь означает, что не существует места, в котором бы ключевое слово `this` привело к возникновению ошибки (чтобы запретить указывать `this` в нежелательных местах, можно активировать опцию компилятора `--noImplicitThis`). Но при этом, за невозможностью предугадать поведение разработчика, в `TypeScript` ссылка `this` вне конкретного объекта ссылается на тип `any`, что не дает редактору кода выводит автодополнение кода. Для таких и не только случаев была создана возможность декларировать тип `this` в функциях.

`this` указывается в качестве первого параметра любой функции, и также, как и обычный параметр, имеет аннотацию, в которой устанавливают принадлежность к конкретному типу.

```
interface IT1 {p1: string;}

function f1(this: IT1): void {}
```

Несмотря на то, что `this` декларируется в параметрах функции, таковыми оно не считается. Поведение функции с декларацией `this` аналогично поведению функции без декларации `this`. Единственное, на что стоит обратить внимание, что в случае указания принадлежности к типу, отличного от `void`, не получится вызвать функцию вне указанного контекста.

```
interface IT1 { p1: string; }

function f1(this: void): void {}
function f2(this: IT1): void {}
function f3(): void {}

f1(); // Ok
f2(); // Error
f3(); // Ok

let v1 = { // v1: {f2: (this: IT1) => void;}
  f2: f2
};

v1.f2(); // Error

let v2 = { // v2: {p1: string; f2: (this: IT1) => void;}
  p1: '',
```

```
f2: f2
};

v2.f2(); // Ok
```

Кроме того, возможность ограничивать поведение ключевого слова `this` в теле функции призвано частично решить самую часто возникающую проблему, связанную с потерей контекста. Вряд ли найдется разработчик *JavaScript*, который может похвастаться, что ни разу не сталкивался с потерей контекста при установке метода объекта в качестве слушателя событий. Ошибка возникает тогда, когда в теле слушателя события происходит обращение к членам через ссылку `this`. Происходит это потому, что у вызывающего контекста отсутствуют признаки контекста, в котором изначально объявлялся слушатель. В редких случаях, когда у контекста вызова слушателя событий будут присутствовать признаки первоначального контекста, возникнет не ожидаемое поведение, причину которого очень трудно выявить.

```
class Point {
    constructor(
        public x: number = 0,
        public y: number = 0
    ){}
}

class Animal {
    private readonly position: Point = new Point();

    public move({clientX, clientY}: MouseEvent): void {
        this.position.x = clientX;
        this.position.y = clientY;
    }
}

let animal = new Animal();

document.addEventListener('mousemove', animal.move); // ошибка во время выполнения
```

В случаях, когда создаются объекты, содержащие объявления методов, которые в качестве аргументов принимают слушателей событий, *TypeScript* предлагает ограничить ссылку на контекст с помощью декларации `this`.

Так как реальный пример иллюстрирующий полную картину получается очень объемным, то ограничимся одним методом, реализующим обсуждаемое поведение.

```
type IContextHandler = (this: void, event: MouseEvent) => void;

class Controller {
    public addEventListener(type: string, handler: IContextHandler): void {}
}
```

```
let animal = new Animal();
let controller = new Controller();

controller.addEventListener('mousemove', animal.move); // ошибка во время выполнения
```

Стоит заметить, что одной декларации ссылки `this` в слушателе событий недостаточно. Для того, чтобы пример заработал так, как было заявлено в начале, нужно задекларировать ссылку `this` в самом слушателе событий.

```
class Point {
  constructor(
    public x: number = 0,
    public y: number = 0
  ){}
}

class Animal {
  private readonly position: Point = new Point();

  public move(this: Animal, {clientX, clientY}: MouseEvent): void { // <= изменения
    this.position.x = clientX;
    this.position.y = clientY;
  }
}

type IContextHandler = (this: void, event: MouseEvent) => void;

class Controller {
  public addEventListener(type: string, handler: IContextHandler): void {}
}

let animal = new Animal();
let controller = new Controller();

controller.addEventListener('mousemove', animal.move); // ошибка во время компиляции
controller.addEventListener('mousemove', event => animal.move(event)); // Ok
```

Также стоит обратить внимание на одну неочевидную, на первый взгляд, деталь. Когда мы передаем слушатель, обернув его в стрелочную функцию, либо в метод функции `.bind`, ошибки не возникает только потому, что у передаваемой функции отсутствует декларация `this`.

## 21.5 Итог

Ссылочный тип `Function` является базовым типом для всех функций и указывается в аннотации только тогда, когда при объявлении не присваивается функциональное выражение, но при этом нужно указать принадлежность значения к типу `Function`.

Функциональный тип указывается с помощью круглых скобок и обязательного возвращаемого типа, разделенных стрелкой. При наличии параметров они декларируются в круглых скобках.

Тогда, когда декларация сигнатуры функционального выражения не известна, можно указывать тип глобального интерфейса `Function`.

Имена параметров функциональных типов не участвуют при проверке на совместимость.

Любой тип возвращаемого значения совместим с типом `void`, но не наоборот.

Два функциональных типа считаются совместимыми, если их сигнатуры имеют совместимые типы. При этом у типа, выступающего в роли значения, может быть меньшее число параметров, при условии, что их типы будут совместимы с типами другого функционального типа, в порядке их объявления.

## 22 Типы - Interface

### 22.1 Типы — Interfaces

*TypeScript* предлагает новый тип данных, определяемый с помощью синтаксической конструкции под названием *интерфейс* (`interface`).

`Interface` — это синтаксическая конструкция, определяющая характеристики объектов. Другими словами, интерфейс — это тип, который содержит описание состояния и поведения объекта без реализации. Класс, реализующий интерфейс, обязан реализовать все его члены. Поэтому интерфейс является гарантией наличия всех характеристик описанных в нем у реализующего его объекта. Все члены, описанные в интерфейсе, неявно имеют модификатор доступа `public`.

Интерфейс предназначен для описания открытого `api` объекта. То есть, с его помощью декларируют те члены, которые объект предоставляет программе.

Кроме того, интерфейсы являются фундаментальной составляющей идеологии как типизированных языков, так и объектно-ориентированного программирования.

Такая известная группа программистов, как "Банда четырех" (Gang of Four, сокращённо GoF), в своей книге, положившей начало популяризации шаблонов проектирования, описывали интерфейс как ключевую концепцию объектно-ориентированного программирования. Понятие интерфейса является настолько важным, что в книге был сформулирован принцип объектно-ориентированного проектирования, который звучит так: *Программируйте в соответствии с интерфейсом, а не с реализацией*.

Другими словами, авторы советуют создавать систему, которой вообще ничего не будет известно о реализации. Проще говоря, создаваемая система должна быть построена на типах, определяемых интерфейсами, а не на типах, определяемых классами.

## 22.2 Объявление (declaration)

В *TypeScript* интерфейс объявляется с помощью ключевого слова `interface` с последующим идентификатором, после которых начинается тело интерфейса, заключенное в фигурные скобки.

```
interface Identifier {  
    // тело интерфейса  
}
```

Объявление интерфейса возможно как в контексте модуля, так и в контексте функции или метода.

```
interface Identifier {} // контекст модуля
```

```
class T {  
    public method(): void {  
        interface Identifier {} // контекст метода  
    }  
}
```

```
function func(): void {  
    interface Identifier {} // контекст функции  
}
```

## 22.3 Конвенции именования интерфейсов

Прежде чем продолжить, нужно обратить внимание на такой аспект, как конвенции именования интерфейсов. Существует два вида именования.

Первый вид конвенций родом из языка *Java* — они предлагают именовать интерфейсы точно так же, как и классы. Допускаются имена прилагательные.

```
interface Identifier {}
```

Второй вид предлагает использовать конвенции языка *C#*, по которым интерфейсы именуются так же как классы, но с префиксом `I`, что в сокращении означает *Interface*. Такой вид записи получил название “венгерская нотация” в честь программиста венгерского происхождения, работавшего в компании *Microsoft*. Допускаются имена прилагательные.

```
interface IIdentifier {}
```

Чтобы сразу расставить все точки над *i*, стоит заметить, что в дальнейшем идентификаторы интерфейсов будут указываться по конвенциям `C#`.

## 22.4 Реализация интерфейса (implements)

Как уже было сказано в самом начале, все члены интерфейса являются открытыми (`public`) и не могут быть объявлены с модификатором `static`. Кроме того, в *TypeScript* интерфейсы не могут содержать реализацию.

Класс, реализующий интерфейс, обязан реализовывать его в полной мере. Любой класс, который хочет реализовать интерфейс, должен указать это с помощью ключевого слова `implements`, после которого следует идентификатор реализуемого интерфейса. Указание реализации классом интерфейса располагается между идентификатором класса и его телом.

```
interface IAnimal {
    nickname: string;

    execute(command: string): void;
}

class Bird implements IAnimal {
    nickname: string;

    execute(command: string): void {}
}
```

Один класс может реализовывать сколько угодно интерфейсов. В этом случае реализуемые интерфейсы должны быть перечислены через запятую.

```
interface IAnimal {}
interface IOviparous {} // указывает на возможность откладывать яйца

class Bird implements IAnimal, IOviparous {}
```

В случае, когда класс расширяет другой класс, декларация реализации (`implements`) следует после декларации расширения (`extends`).

```
interface IAnimal {}
interface IOviparous {}

class Bird implements IAnimal, IOviparous {}

interface IFlyable {}

class Eagle extends Bird implements IFlyable {}
```



## 22.5 Декларация свойств `get` и `set` (accessors)

Несмотря на то, что в интерфейсе можно декларировать поля и методы, в нем нельзя декларировать свойства `get` и `set` (аксессоры). Но, несмотря на это, задекларированное в интерфейсе поле может быть совместимо не только с полем, но и аксессорами. При этом нет разницы, будет в объекте объявлен *getter*, *setter* или оба одновременно.

```
interface IAnimal {
    id: string;
}

// только get
class Bird implements IAnimal {
    get id(): string {
        return 'bird';
    }
}

// только set
class Fish implements IAnimal {
    set id(value: string) {}
}

// и get и set
class Insect implements IAnimal {
    get id(): string {
        return 'insect';
    }

    set id(value: string) {}
}
```

## 22.6 Указание интерфейса в качестве типа (interface types)

Класс, реализующий интерфейс, принадлежит к типу этого интерфейса. Класс, унаследованный от класса, реализующего интерфейс, также принадлежит к типу интерфейса. В таких случаях говорят, что класс наследует интерфейс.

```
interface IAnimal {}

class Bird implements IAnimal {}

class Raven extends Bird {}

let bird: IAnimal = new Bird();
let raven: IAnimal = new Raven();
```

Класс, реализующий множество интерфейсов, принадлежит к типу каждого из них. Когда экземпляру класса (который сам по себе является типом), реализующего интерфейс, присваивают ссылки с типом интерфейса, говорят, что ссылку ограничивают типом интерфейса. То есть, функционал экземпляра класса урезается до описанного в интерфейсе (подробнее об этом речь пойдет в главе [Типизация - Совместимость объектов](#) и [Типизация - Совместимость функций](#)).

```
interface IAnimal {
    name: string;
}

interface IFlyable {
    flightHeight: number;
}

interface IIdentifiable {
    id: string;
}

class Animal implements IAnimal {
    constructor(readonly name: string) {}
}

class Bird extends Animal implements IFlyable {
    public flightHeight: number = 500;
}

var animal: IAnimal = new Bird('bird'); // принадлежит к типу IAnimal
var fly: IFlyable = new Bird('bird'); // принадлежит к типу IFlyable
```

Несмотря на то, что интерфейс является синтаксической конструкцией и может указываться в качестве типа, после компиляции от него не остается и следа. Это в свою очередь означает, что интерфейс, как тип данных, может использоваться только на этапе компиляции. Другими словами, компилятор сможет предупредить об ошибках несоответствия объекта описанному интерфейсу, но проверить на принадлежность к типу интерфейса с помощью таких операторов, как `typeof` или `instanceof`, во время выполнения не получится. Но в *TypeScript* существует механизм (который будет рассмотрен далее в главе [Типизация - Защитники типа](#)), позволяющий в некоторой мере решить эту проблему.

## 22.7 Расширение интерфейсов (extends interface)

Если множество логически связанных интерфейсов требуется объединить в один тип, то нужно воспользоваться механизмом расширения интерфейсов. Наследование интерфейсов осуществляется с помощью ключевого слова `extends`, после которого через запятую идет один или несколько идентификаторов расширяемых интерфейсов.

```
interface IIdentifiable {}
interface ILiving {}
```

```
// интерфейсы IIdentifiable и ILiving вместе образуют логически связанную композицию,  
// которую можно выделить в тип интерфейс IAnimal  
interface IAnimal extends IIdentifiable, ILiving {}
```

Для тех кто только знакомится с таким понятием как интерфейсы, будет не лишним узнать о "*Принципе разделения интерфейсов*" (Interface Segregation Principle или сокращенно ISP). Этот принцип гласит, что более крупные интерфейсы нужно "дробить" на более мелкие интерфейсы. Но нужно понимать, что условия дробления диктуются конкретным приложением. Если во всех случаях руководствоваться только принципами, то можно раздуть небольшое приложение до масштабов вселенной.

Для примера представьте приложение, которое только выводит в консоль информацию о животных. Так как над объектом `Animal` будет выполняться только одна операция, то можно не бояться разгневать богов объектно-ориентированного проектирования и включить все нужные характеристики прямо в интерфейс `IAnimal`.

```
interface IAnimal {  
    id: string;  
    age: number;  
}  
  
class Animal implements IAnimal {  
    public age: number = 0;  
  
    constructor(readonly id: string) {}  
}  
  
class AnimalUtil {  
    public static print(animal: IAnimal): void {  
        console.log(animal);  
    }  
}  
  
class Bird extends Animal {}  
  
class Raven extends Bird {  
    constructor() {  
        super('raven');  
    }  
}  
  
let raven: Raven = new Raven();  
  
AnimalUtil.print(raven);
```

В такой программе, кроме интересов архитектора, ничего пострадать не может, так как она выполняет только одну операцию вывода информации о животном.

Но если переписать программу, чтобы она выполняла несколько, не связанных логически операций над одним типом, в данном случае `IAAnimal`, то ситуация изменится на противоположную.

```
interface IAnimal { /*...*/ }

class Animal implements IAnimal { /*...*/ }

class AnimalUtil {
    public static printId(animal: IAnimal): void {
        console.log(animal.id); // вывод id
    }

    public static printAge(animal: IAnimal): void {
        console.log(animal.age); // вывод age
    }
}

class Bird extends Animal {}
class Raven extends Bird { /*...*/ }

let raven: Raven = new Raven();

AnimalUtil.printId(raven);
AnimalUtil.printAge(raven);
```

В этом случае программа нарушает принцип *ISP*, так как статические методы `printId` и `printAge` получили доступ к данным, которые им не требуются для успешного выполнения. Это может привести к намеренной или по неосторожности порче данных.

```
class AnimalUtil {
    public static printId(animal: IAnimal): void {
        // для успешного выполнения этого метода
        // не требуется доступ к данным о animal.age
        console.log(animal.id);
    }

    public static printAge(animal: IAnimal): void {
        // для успешного выполнения этого метода
        // не требуется доступ к данным о animal.id
        console.log(animal.age);
    }
}
```

Поэтому в подобных ситуациях настоятельно рекомендуется “дробить” типы интерфейсов на меньшие составляющие, а затем с их помощью ограничивать доступ к данным в тех местах, где это требуется принципом.

```
interface IIdentifiable {}
interface ILiving {}

interface IAnimal extends IIdentifiable, ILiving { /*...*/ }

class Animal implements IAnimal { /*...*/ }

class AnimalUtil {
    public static printId(animal: IIdentifiable): void {
        // параметр animal ограничен типом IIdentifiable
        console.log(animal.id);
    }

    public static printAge(animal: ILiving): void {
        // параметр animal ограничен типом ILiving
        console.log(animal.age);
    }
}

class Bird extends Animal {}
class Raven extends Bird { /*...*/ }

let raven: Raven = new Raven();

AnimalUtil.printId(raven);
AnimalUtil.printAge(raven);
```

## 22.8 Расширение интерфейсом класса (extends class)

В случаях, когда нужно создать интерфейс для уже имеющегося класса, больше не нужно тратить силы на перечисление членов класса в интерфейсе. В *TypeScript* интерфейсу достаточно расширить класс.

Когда интерфейс расширяет класс, он наследует описание членов, но не их реализацию.

```
class Animal {
    nickname: string;
    age: number;
}

interface IAnimal extends Animal {}

class Bird implements IAnimal {
    nickname: string;
```

```
    age: number;
}

let bird: IAnimal = new Bird();
```

Но с расширением класса интерфейсом существует один нюанс.

Наравне с публичными (`public`) членами класса, интерфейс также наследует закрытые (`private`) и защищенные (`protected`) члены класса. Подобный интерфейс может быть реализован только самим классом или его потомками.

```
class Animal {
    private uid: string;
    protected maxAge: number;
    public name: string;
}

interface IAnimal extends Animal {}

class Bird extends Animal implements IAnimal { // Ok
    // private uid: string = ''; // Error, private
    protected maxAge: number = 100; // Ok, protected
    public name: string = 'bird'; // Ok, public
}

class Fish implements IAnimal { // Error
    public name: string = 'fish';
}

let bird: IAnimal = new Bird(); // Ok
let fish: IAnimal = new Fish(); // Error
```

## 22.9 Описание класса (функции-конструктора)

Известный факт, что в *JavaScript*, а следовательно и в *TypeScript*, конструкция `class` - это лишь "синтаксический сахар" над старой доброй функцией-конструктором. Эта особенность позволяет описывать интерфейсы не только для экземпляров класса, но и для самих классов (функций-конструкторов). Другими словами, в интерфейсе можно описать конструктор, а также статические члены класса, но с одной оговоркой — этот интерфейс можно использовать только в качестве типа. То есть класс не может указывать реализацию такого интерфейса с помощью ключевого слова `implements`.

Описывать интерфейс для функции конструктора может потребоваться тогда, когда в качестве значения выступает сам класс.

Конструктор указывается с помощью ключевого слова `new`, затем открываются фигурные скобки в которых, при наличии, указываются параметры. В конце указывается тип возвращаемого значения.

```
new(p1: type, p2: type): type;
```

Статические члены описываются также, как и обычные.

```
interface IAnimal {  
    nickname: string;  
}
```

```
class Animal implements IAnimal {  
    nickname: string;  
  
    constructor(nickname: string) {  
        this.nickname = nickname;  
    }  
}
```

```
class Bird extends Animal {  
    static DEFAULT_NAME: string = 'bird';  
  
    static create(): IAnimal {  
        return new Bird( Bird.DEFAULT_NAME);  
    }  
}
```

```
class Fish extends Animal {  
    static DEFAULT_NAME: string = 'bird';  
  
    static create(): IAnimal {  
        return new Bird( Bird.DEFAULT_NAME);  
    }  
}
```

```
const bird: Bird = new Bird('bird');  
const fish: Fish = new Fish('fish');
```

```
let a: IAnimal[] = [bird, fish]; // Ok, массив экземпляров классов реализующих  
интерфейс IAnimal  
let b: IAnimal[] = [Bird, Fish]; // Error, массив классов
```

```
interface IAnimalConstructor { // декларация интерфейса для класса  
    create(): IAnimal; // static method  
    new (nickname: string): IAnimal; // конструктор  
}
```

```
let c: IAnimalConstructor[] = [Bird, Fish]; // Ok, массив классов
```

```
let d: IAnimal[] = c.map(item => item.create()); // Ok, массив экземпляров классов
реализующих интерфейс IAnimal
```

## 22.10 Описание функционального выражения

Помимо экземпляров и самих классов, интерфейсы можно описывать для функциональных выражений. Это очень удобно, когда функциональный тип имеет очень большую сигнатуру, которая делает код менее читабельным.

```
// reduce(callbackfn: (previousValue: T, currentValue: T, currentIndex: number, array:
T[]) => T, initialValue?: T): T;
var callback: (previousValue: number, currentValue: number, currentIndex: number, array:
number[]) => number;
```

В большинство подобных случаев, можно прибегнуть к помощи вывода типов.

```
// reduce(callbackfn: (previousValue: T, currentValue: T, currentIndex: number, array:
T[]) => T, initialValue?: T): T;

var callback: (previousValue: number, currentValue: number, currentIndex: number, array:
number[]) => number;
var callback = (previousValue: number, currentValue: number, currentIndex: number,
array: number[]) => previousValue + currentValue;

let numberAll: number[] = [5, 5, 10, 30];

let sum: number = numberAll.reduce(callback); // 50
```

Но в случае, если функциональное выражение является параметром функции, как например метод массива `reduce`, то решением может служить только явная декларация типа.

```
class Collection<T> {
    reduce(callbackfn: (previousValue: T, currentValue: T, currentIndex: number, array:
T[]) => T, initialValue?: T): T {
        return null;
    }
}
```

Поэтому тогда, когда необходимо указать тип явно, помимо рассмотренного в главе **Типы - Type Queries (запросы типа), Alias (псевдонимы типа)** механизма создания псевдонимов типа (`type`), можно описать функциональное выражение с помощью интерфейса.

Для этого, в теле интерфейса декларируется сигнатура функции без указания идентификатора.



```
interface ISumAll {
    (...valueAll: number[]): number;
}

const sumAll: ISumAll = (...valueAll: number[]) =>
    valueAll.reduce((result, value) => result += value, 0);

let numberAll: number[] = [5, 5, 10, 30];

let sum: number = sumAll(...numberAll);
```

## 22.11 Описание индексных членов в объектных типах

Индексные члены подробно будут рассматриваться в главе [Типы - Объектные типы с индексными членами \(объектный тип с динамическими ключами\)](#), но не будет лишним и здесь просто указать способ их декларации в типе интерфейсе.

```
interface IIdentifier {
    [BindingIdentifier: string]: Type;
    [BindingIdentifier: number]: Type;
}
```

## 22.12 Инлайн интерфейсы (Inline Interface)

Помимо описания объекта, в конструкции объявляемой с помощью ключевого слова `interface`, тип объекта можно описать прямо в месте указания типа. Такой способ объявления типа данных, неформально называют *инлайн интерфейс* (inline interface). Всё ранее описанное для типов определяемых интерфейсами, полностью верно для типов определяемых инлайн интерфейсами.

Различие между обычным интерфейсом и инлайн интерфейсом в том, что второй имеет только тело и объявляется прямо в аннотации типа.

```
let identifier: { p1: type, p2: type };
```

Интерфейс, объявленный с помощью ключевого слова `interface`, считается идентичным инлайн интерфейсу, если их описание совпадает. Но стоит обратить внимание, что это возможно благодаря структурной типизации, которая рассматривается в главе [Экскурс в типизацию - Совместимость типов на основе вида типизации](#).

```
interface IAnimal {
    nickname: string;
}

class Bird implements IAnimal {
    nickname: string;
```

```

}
class Fish implements IAnimal {
    nickname: string;
}

let bird: IAnimal = new Bird(); // Ok
let fish: { nickname: string } = new Fish(); // Ok

```

Как было сказано ранее, инлайн интерфейс можно объявлять в тех местах, в которых допускается указание типа. Тем не менее реализовывать (`implements`) и расширять (`extends`) инлайн интерфейс нельзя.

```

interface IT1{}
interface IT2{}

interface IT3 extends { f1: IT1, f2: IT2 } { // Error
}

class T4 implements { f1: T1, f2: T2 } { // Error
}

```

Хотя последнее утверждение и не совсем верно. В дальнейшем будет рассказано о такой замечательной конструкции, как обобщения (глава **Типы - Обобщения (Generics)**), в которых, как раз таки возможно расширять (`extends`) инлайн интерфейсы.

## 22.13 Слияние интерфейсов

В случае, если в одной области видимости объявлено несколько одноимённых интерфейсов, то они будут объединены в один.

```

// так видят разработчики
interface IAnimal {
    name: string;
}

interface IAnimal {
    age: number;
}

//так видит компилятор
/**
interface IAnimal {
    name: string;
    age: number;
}

```

```

*/

// разработчики получают то, что видит компилятор
let animal: IAnimal;
animal.name = 'animal'; // Ok
animal.age = 0; // Ok

```

При попытке переопределить тип поля, возникнет ошибка.

```

interface IAnimal {
    name: string;
    age: number;
}

interface IAnimal {
    name: string; // Ok
    age: string; // Error
}

```

Если в нескольких одноимённых интерфейсах будут описаны одноимённые методы с разными сигнатурами, то они будут расценены, как описание перегрузки. К тому же, интерфейсы, которые описывают множество одноимённых методов, сохраняют свой внутренний порядок.

```

interface IBird {}
interface IFish {}
interface IIsect {}
interface IReptile {}

// до компиляции
interface IAnimalFactory {
    getAnimalByID(id: number): IBird;
}

interface IAnimalFactory {
    getAnimalByID(id: string): IFish;
}

interface IAnimalFactory {
    getAnimalByID(id: boolean): IIsect;
    getAnimalByID(id: object): IReptile;
}

/** при компиляции
interface IAnimalFactory {
    getAnimalByID(id: string): IIsect;
    getAnimalByID(id: string): IReptile;
}

```

```

    getAnimalByID(id: string): IFish;
    getAnimalByID(id: string): IBird;
}
*/
let animal: IAnimalFactory;
let v1 = animal.getAnimalByID(0); // Ok -> v1: IBird
let v2 = animal.getAnimalByID('5'); // Ok -> v2: IFish
let v3 = animal.getAnimalByID(true); // Ok -> v3: IIsect
let v4 = animal.getAnimalByID({}); // Ok -> v4: IReptile

```

Исключением из этого правила являются сигнатуры, которые имеют в своем описании литеральные строковые типы данных ( **literal String Types** ). Дело в том, что сигнатуры содержащие в своем описании литеральные строковые типы, всегда размещаются перед сигнатурами, у которых нет в описании литеральных строковых типов.

```

interface IBird {}
interface IFish {}
interface IIsect {}
interface IReptile {}

// до компиляции
interface IAnimalFactory {
    getAnimalByID(id: string): IBird;
}

interface IAnimalFactory {
    getAnimalByID(id: 'fish'): IFish;
}

interface IAnimalFactory {
    getAnimalByID(id: 'insect'): IIsect;
    getAnimalByID(id: number): IReptile;
}

/** при компиляции
interface IAnimalFactory {
    getAnimalByID(id: 'fish'): IFish;
    getAnimalByID(id: 'insect'): IIsect;
    getAnimalByID(id: number): IReptile;
    getAnimalByID(id: string): IBird;
}
*/

```

## 23 Типы - Объектные типы с индексными членами (объектный тип с динамическими ключами)

### 23.1 Типы — Объектные типы с индексными членами (объектный тип с динамическими ключами)

Статический анализ кода стремится взять под контроль все конструкции кода, чтобы повысить типобезопасность программы и тем самым переложить работу, связанную с выявлением ошибок, на себя, оставляя разработчикам больше времени на более важные аспекты. И несмотря на то, что динамические операции являются причиной “головной боли” компилятора, потребность в них при разработке программ все-таки существует. Одной из таких операций является создание в объектном типе данных *индексных членов* (динамических ключей).

*Индексная сигнатура* (index signature) состоит из двух частей. В первой части расположен имеющий собственную аннотацию типа *идентификатор привязки* (binding identifier), заключенный в квадратные скобки. Во второй части расположена *аннотации типа* (type annotation).

```
{ [identifier: Type]: Type }
```

При объявлении индексной сигнатуры не должны быть использованы модификаторы доступа и модификатор `static`, а идентификатор привязки должен принадлежать либо к типу `string`, либо к типу `number`. В качестве типа, указанного справа от двоеточия, может быть указан любой тип данных. Идентификатора привязки может иметь произвольное имя.

```
interface Identifier {  
    [identifier: string]: string;  
}
```

```
// или  
interface Identifier {  
    [key: number]: string;  
}
```

```
// или  
interface Identifier {  
    [name: number]: string;  
}
```

В одном объектном типе одновременно могут быть объявлены индексные сигнатуры, чьи идентификаторы привязки принадлежат к типу `string` и типу `number`. Но — с одной оговоркой. Их типы, указанные в аннотации типов, должны быть совместимы (совместимость типов подробно рассматривается в главах [Типизация - Совместимость объектов](#) и [Типизация - Совместимость функций](#)).

```
interface A {  
    [key: string]: string;
```

```

[key: number]: string;
}

let a: A = {
  validKeyDeclareStatic: 'value', // Ok, значение принадлежит к string
  invalidKeyDeclareStatic: 0 // Error, значение должно быть совместимым с типом string
};

a.validKeyDefineDynamicKey = 'value'; // Ok
a.invalidKeyDefineDynamicKey = 0; // Error, значение должно быть совместимым с типом string
a[0] = 'value'; // Ok

interface B {
  [identifier: string]: string; // Ok
  [identifier: string]: string; // Error, дубликат
}

interface C {
  [identifier: string]: string; // Ok
  [identifier: number]: number; // Error, должен принадлежать к типу string
}

class SuperClass { // суперкласс
  a: number;
}

class SubClass extends SuperClass { // подкласс
  b: number;
}

interface D {
  [identifier: string]: SuperClass; // Ok
  [identifier: number]: SubClass; // Ok, SubClass совместим с SuperClass
}

let d: D = {};
d.dynamicKey = new SubClass(); // Ok
d[0] = new SubClass(); // Ok

interface E {
  [identifier: string]: SubClass; // Ok
  [identifier: number]: SuperClass; // Ok, SuperClass несовместим с SubClass
}

```

Так как классы принадлежат к объектным типам, индексные сигнатуры могут быть объявлены и в них. Все правила, касающиеся индексных сигнатур, которые были рассмотрены ранее и будут рассмотрены далее в этой главе, справедливы и для классов.

```
class Identifier {
    [key: string]: string;
    [key: number]: string;

    [0]: 'value';
    [1]: 5; // Error, все члены должны принадлежать к совместимым со string типам

    public a: string = 'value'; // Ok, поле name с типом string
    public b: number = 0; // Error, все члены должны принадлежать к совместимым со
string типам

    public c(): void {} // Error, метод тоже член и на него распространяются те же
правила
}

let identifier: Identifier = new Identifier();
identifier.validDynamicKey = 'value'; // Ok
identifier.invalidDynamicKey = 0; // Error

identifier[2] = 'value'; // Ok
identifier[3] = 0; // Error
```

Кроме того, классы накладывают ограничение, которое делает невозможным использовать такие модификаторы, как модификаторы доступа (`private`, `protected`, `public`) и модификаторы, указывающие на принадлежность к уровню класса (`static`). При попытке указать эти модификаторы при объявлении индексной сигнатуры возникнет ошибка.

```
class A {
    public [key: string]: string; // Error
}

class B {
    static [key: string]: string; // Error
}
```

Но есть несколько нюансов, связанных с модификатором `readonly`, который подробно рассматривается в главе **Классы - Модификатор `readonly`**. Чтобы ничего не ускользнуло от понимания, начнем по порядку.

При указании модификатора `readonly` искажается смысл использования индексной сигнатуры, так как это дает ровно противоположный эффект. Вместо объекта с возможностью инициировать значение указанного типа с динамическими ключами после его создания мы получаем объект, всем членам которого нельзя ничего присвоить. То есть, объект полностью закрыт для изменения.

В случае с интерфейсом:

```
interface IIdentifier {  
    readonly [key: string]: string; // Ok, модификатор readonly  
}  
  
let instanceObject: IIdentifier = {};  
  
instanceObject.a; // Ok, можно объявить  
instanceObject.a = 'value'; // Error, но нельзя присвоить значение
```

В случае с классом:

```
class Identifier {  
    readonly [key: string]: string;  
}  
  
let instanceClass = new Identifier();  
instanceClass.a; // Ok, можно объявить  
instanceClass.a = 'value'; // Error, но нельзя присвоить значение
```

Но это только в теории, и именно с этим связаны оставшиеся нюансы.

Второй нюанс заключается в том, что когда в классе или объекте объявлена индексная сигнатура, становится невозможным объявить в теле или добавить через точечную и скобочную нотацию ключи, ассоциированные с несовместимым типом данных. Это означает, что правило применимое к индексной сигнатуре распространяется на весь объект, как в момент его инициализации, так и после.

В случае с интерфейсом:

```
interface IIdentifier {  
    [key: string]: string;  
  
    a: number; // Error, [в момент декларации] допускается объявление идентификаторов  
    принадлежащих только к типу string  
}  
  
let instanceObject: IIdentifier = {  
    b: 0 // Error, [в момент объявления] допускается объявление идентификаторов  
    принадлежащих только типу string  
};  
  
instanceObject.c = 0; // Error, [после объявления] допускается объявление  
идентификаторов принадлежащих только типу string
```



В случае с классом:

```
class Identifier {
    readonly [key: string]: string;

    a: number; // Error, [в момент объявления] допускается объявление идентификаторов
    принадлежащих только типу string
}

let instanceClass = new Identifier();
instanceClass.b = 0; // Error, [после объявления] допускается объявление
идентификаторов принадлежащих только типу string
```

Но в случае с модификатором `readonly` поведение отличается. Несмотря на то, что указывать идентификаторы членов, принадлежащие к несовместимым типам, по-прежнему нельзя, допускается их декларация и объявление.

В случае с интерфейсом:

```
interface IIdentifier {
    readonly [key: string]: string; // Ok

    a: string; // Ok, декларация
}

let instanceObject: IIdentifier = {
    a: '', // Ok, реализация
    b: '' // Ok, объявление
};

instanceObject.c = 'value'; // Error, ассоциировать ключа со значением после создания
объекта по прежнему нельзя
```

В случае с классом:

```
class Identifier {
    readonly [key: string]: string;

    a: string = 'value'; // Ok, декларация и объявление
}

let instanceClass = new Identifier();
instanceClass.b = 'value'; // Error, ассоциировать ключа со значением после создания
объекта по прежнему нельзя
```

Такая особенность или даже неочевидность существует, и о ней просто нужно знать. Кроме того, из этой особенности берет начало другая особенность.

Третий нюанс заключается в том, что значения ассоциированные с идентификаторами, которые были задекларированы в типе, можно перезаписать после инициализации объекта.

В случае с интерфейсом:

```
interface IIdentifier {
    readonly [key: string]: string; // Ok

    a: string; // Ok, декларация
}

let instanceObject: IIdentifier = {
    a: 'value', // Ok, реализация
    b: 'value' // Ok, объявление
};

instanceObject.a = 'new value'; // Ok, можно перезаписать значение
instanceObject.b = 'new value'; // Error, нельзя перезаписать значение
```

В случае с классом:

```
class Identifier {
    readonly [key: string]: string;

    a: string = 'value'; // Ok, декларация и объявление
}

let instanceClass = new Identifier();
instanceClass.a = 'new value'; // Ok, можно перезаписать значение
```

Если учесть, что модификатор `readonly` вообще не стоит применять к индексной сигнатуре, то все эти нюансы вообще можно выкинуть из головы. Но так цель этой книги защитить читателя от как можно большего количества подводных камней, я решил включить это, так как знание — лучшая защита.

Кроме того, не будет лишним знать наперед, что если идентификатор привязки принадлежит к типу `string`, то в качестве ключа может быть использовано значение, принадлежащее к типам `string`, `number`, `symbol`, `Number Enum` и `String Enum`.

```
interface StringDynamicKey {
    [key: string]: number;
}

enum NumberEnum {
```

```

    Prop = 0
}

enum StringEnum {
    Prop = 'prop'
}

let example: StringDynamicKey = {
    prop: '', // Ok String key
    '': '', // Ok String key
    1: '', // Ok Number key
    [Symbol.for('key')]: '', // Ok Symbol key
    [NumberEnum.Prop]: '', // Ok Number Enum key
    [StringEnum.Prop]: '', // Ok String Enum key
};

```

В случае, когда идентификатор привязки принадлежит к типу `number`, то значение, используемое в качестве ключа, может принадлежать к таким типам, как `number`, `symbol`, `Number Enum` и `String Enum`.

```

interface NumberDynamicKey {
    [key: number]: number;
}

enum NumberEnum {
    Prop = 0
}

enum StringEnum {
    Prop = 'prop'
}

let example: NumberDynamicKey = {
    prop: '', // Error String key
    '': '', // Error String key
    1: '', // Ok Number key
    [Symbol.for('key')]: '', // Ok Symbol key
    [NumberEnum.Prop]: '', // Ok Number Enum key
    [StringEnum.Prop]: '', // Ok String Enum key
};

```

Теперь давайте рассмотрим, как такой механизм, как вывод типов, в некоторых случаях выводит тип, принадлежащий к объектному типу с индексной сигнатурой.

Напомню, что в *JavaScript*, помимо привычного способа при объявлении идентификаторов, в объектных типах можно использовать строковые литералы и выражения, заключённые в фигурные скобки.

```
let computedIdentifier = 'e';
```

```
let v = {  
  a: '', // объявление идентификатора привычным способом,  
  ['b']: '', // объявление идентификатора с помощью строкового литерала.  
  ['c' + 'd']: '', // объявление идентификатора с помощью выражения со строковыми  
    литералами  
  [computedIdentifier]: '' // объявление идентификатора при помощи вычисляемого  
    идентификатора  
};
```

В первых двух случаях, вывод типов выводит ожидаемый тип. А в оставшихся случаях, вывод типов выводит тип, содержащий индексную сигнатуру.

```
let v1 = { // let v1: { a: string; }  
  a: 'value' // Ok, привычный идентификатор  
};
```

```
v1.b = 'value'; // Error, в типе { a: string } не задекларировано идентификатора b
```

```
let v2 = { // let v2: { ['a']: string; }  
  ['a']: 'value' // Ok, строковый литерал  
};
```

```
v2.b = 'value'; // Error, в типе { ['a']: string } не задекларировано идентификатора b
```

```
let computedIdentifier: string = 'a';
```

```
let v3 = { // let v3: { [x: string]: string }; - вывод типов выводит как тип с  
    индексной сигнатурой...  
  [computedIdentifier]: 'value' // вычисляемое свойство  
};
```

```
v3.b = 'value'; // ... а это, в свою очередь, позволяет добавлять новое значение
```

```
let v4 = { // let v4: { [x: string]: string }; - вывод типов выводит как тип с  
    индексной сигнатурой...  
  ['a' + 'b']: 'value' // выражение со строковыми литералами  
};
```

```
v4.b = 'value'; // ... а это, в свою очередь, позволяет добавлять новое значение
```

## 24 Классы - Модификаторы доступа

### 24.1 Модификаторы доступа (Access Modifiers)

*Модификаторы доступа* — это ключевые слова, с помощью которых осуществляется управление инкапсуляцией. Другими словами, с помощью модификаторов доступа членам устанавливается уровень доступности. В свою очередь сокрытие является одним из основных принципов структурного и объектно-ориентированного проектирования.

При проектировании приложений принято скрывать как можно больше информации об объектах, чтобы снизить количество кода, который в будущем будет затронут при возможных изменениях.

В *TypeScript* существует три модификатора доступа, указывающихся с помощью ключевых слов `public`, `protected` и `private`. Влияние модификаторов доступа ограничивается *TypeScript* и после компиляции от них не остается и следа. Кроме того, в скомпилированном коде нет никакой разницы между членами, к которым были применены те или иные модификаторы доступа.

С помощью модификаторов доступа можно указать уровень доступа для полей, аксессоров и методов, в том числе статических. Кроме того, в *TypeScript* при помощи модификаторов доступа можно ограничивать доступ к конструктору класса.

```
class Animal {
    private static DEFAULT_NICKNAME: string = 'animal';

    protected static inputInfoDecor(text: string): string {
        return `[object ${text}]`;
    }

    private _nickname: string = Animal.DEFAULT_NICKNAME;

    public get nickname(): string {
        return this._nickname;
    }

    public set nickname(value: string){
        this._nickname = value;
    }

    public constructor() {}

    public toString(): string {
        return Animal.inputInfoDecor('Animal');
    }
}
```

## 24.2 Модификатор доступа public (публичный)

Члены помеченные ключевым словом `public` доступны как в классах, в которых они объявлены, так и в классах-потомках. Также к публичным членам можно обращаться через экземпляры класса.

Если при разработке приложения особое внимание уделяется архитектуре, то, как правило, модификатором доступа `public` помечаются только члены, описанные в интерфейсе (глава [Типы - Interface](#)).

```
class Animal {
    public nickname: string;

    constructor() {
        this.nickname = 'animal';
    }
}

class Bird extends Animal {
    constructor() {
        super();
        super.nickname = 'bird';
    }
}

let animal: Animal = new Animal();
animal.nickname = 'newanimal';

let bird: Bird = new Bird();
bird.nickname = 'newbird';
```

Члены, у которых отсутствует указание какого-либо модификатора доступа, воспринимаются компилятором как `public`:

```
class Animal {
    nickname: string; // эквивалентно public nickname: string
}
```

## 24.3 Модификатор доступа private (закрытый или скрытый)

Модификатор доступа `private` является полной противоположностью модификатору доступа `public`. Члены, помеченные с помощью ключевого слова `private`, доступны только контексту класса, в котором они объявлены.

Чем меньше окружающему миру известно о внутреннем устройстве классов, тем меньше оно взаимодействует с ним. Взаимодействия программы с объектом называют *сопряжением* (coupling), уровень которого варьируется от сильного до слабого. *Слабое сопряжение* (loose coupling) является признаком качественной архитектуры программы. Этот факт подталкивает скрывать как можно больше информации при проектировании программы. В языках программирования, в которых

существуют модификаторы доступа, скрывать различные конструкции принято с помощью модификатора `private`.

```
class Animal {
    private metainfo: string;

    constructor() {
        this.metainfo = '...';
    }
}

class Bird extends Animal {
    constructor() {
        super();
        super.metainfo = 'bird'; // Error
    }
}

let animal: Animal = new Animal();
animal.metainfo = 'newanimal'; // Error

let bird: Bird = new Bird();
bird.metainfo = 'newbird'; // Error
```

## 24.4 Модификатор доступа `protected` (защищенный)

Члены, которым установлен модификатор доступа `protected`, доступны только контексту класса, в котором они объявлены, а также всем его потомкам. Попытка обратиться к членам, помеченным как `protected` снаружи, приведет к возникновению ошибки.

Как правило, при современной разработке упор делается только на два вида модификаторов доступа - `public` и `private`. Но, в редких случаях, по сценарию может возникнуть необходимость обращаться к членам своего суперкласса в подклассах, которые, при этом, должны быть скрыты от окружающего мира. В таких случаях члены помечают как `protected`.

```
class Animal {
    protected isUpdate: boolean;

    constructor() {
        this.isUpdate = false;
    }
}

class Bird extends Animal {
    constructor() {
        super();
        super.isUpdate = false;
    }
}
```

```

    }
}

let animal: Animal = new Animal();
animal.isUpdate = true; // Error

let bird: Bird = new Bird();
bird.isUpdate = true; // Error

```

## 24.5 Модификаторы доступа и конструкторы класса

В *TypeScript* существует возможность управлять доступом конструкторов. Конструктор, который не отмечен ни одним модификатором доступа, эквивалентен конструктору, помеченным как `public`.

```

class A {
    public constructor() {} // модификатор public установлен явно
}

class B {
    constructor() {} // модификатор public установлен не явно
}

```

Если класс состоит только из статических свойств и методов, как например класс `Math`, то его конструктор можно пометить как приватный, тем самым запретив создавать его экземпляры.

```

class AnimalUtil {
    private static MS_TO_DAY: number = 1000 * 60 * 60 * 24;

    public static ageFromMsToDayFormat(time: number): number {
        return Math.ceil(time / AnimalUtil.MS_TO_DAY);
    }

    private constructor() {};
}

class Animal {
    private _timeOfBirth: number = Date.now();

    public get age(): number {
        return this._timeOfBirth - Date.now();
    }

    public constructor() {}
}

let animal: Animal = new Animal();

```



```
let age: number = AnimalUtil.ageFromMsToDayFormat(animal.age);
```

```
let util = new AnimalUtil(); // Ошибка при компиляции, нельзя создать экземпляр
```

Кроме того, класс, у которого конструктор объявлен с модификатором доступа `private`, нельзя расширять (`extends`).

```
class AnimalUtil {  
    // ...  
  
    private constructor() {}  
}
```

```
class AnimalStringUtil extends AnimalUtil {} // Ошибка
```

Класс, в котором конструктор объявлен с модификатором доступа `protected`, также, как и в случае с модификатором доступа `private`, не позволит создать свой экземпляр, но открыт для расширения (`extends`).

```
class Animal {  
    protected constructor() {}  
}
```

```
// можно наследоваться от класса с защищенным конструктором
```

```
class Bird extends Animal {  
    constructor() {  
        super();  
    }  
}
```

```
let animal: Animal = new Animal(); // Error
```

```
let bird: Bird = new Bird(); // Ok
```

Тем не менее есть один нюанс. Не получится создать экземпляр подкласса, если он не переопределил конструктор суперкласса.

```
class Animal {  
    protected constructor() {}  
}
```

```
// потомок переопределяет конструктор предка
```

```
class Bird extends Animal {  
    constructor() {  
        super();  
    }  
}
```

```

    }
}

// потомок не переопределяет конструктор предка
class Fish extends Animal {}

let bird: Bird = new Bird(); // Ok
let fish: Fish = new Fish(); // Error

```

## 24.6 Быстрое объявление полей

В разработке очень часто используются классы, которые состоят только из открытых полей, ассоциированных со значениями, переданными в качестве аргументов при вызове конструктора.

Помимо обычного способа объявления полей в теле класса с последующей инициализацией в конструкторе, существует сокращенный вариант.

Обычный способ:

```

class BirdEntity {
    public name: string;
    public age: number;
    public isAlive: boolean;

    constructor(name: string, age: number, isAlive: boolean){
        this.name = name;
        this.age = age;
        this.isAlive = isAlive;
    }
}

```

Сокращенный способ инициализации полей класса:

```

class FishEntity {
    constructor(
        public name: string,
        public age: number,
        public isAlive: boolean
    ) {}
}

```

В сокращенном варианте поля не указываются в теле класса, а указываются только в конструкторе. При этом обязательным условием является указание одного из существующих модификаторов доступа (либо модификатора `readonly`, о котором речь пойдет в главе [Классы - Модификатор readonly](#)), без которого идентификатор является обычным параметром.

```
class FishEntity {
    constructor(
        public name: string, // поле
        public age: number, // поле
        isAlive: boolean // параметр
    ) {}
}
```

При этом не существует строго заданного порядка, в котором должны объявляться параметры и сокращенное объявление полей.

```
class FishEntity {
    constructor(
        name: string, // параметр
        public age: number, // поле
        isAlive: boolean // параметр
    ) {}
}
```

Полям, объявленным в конструкторе, также, как и полям, объявленным в теле класса, можно устанавливать различные модификаторы доступа.

```
class FishEntity {
    constructor(
        public name: string,
        protected age: number,
        private isAlive: boolean
    ) {}
}
```

Обращение к полям объявленным прямо в конструкторе ничем не отличается от обращения к полям, объявленным в теле класса.

```
class Animal {
    constructor(
        public name: string,
        protected age: number,
        private isAlive: boolean
    ) {}

    public dead(): void {
        this.isAlive = false;
    }
}
```

```
class Bird extends Animal {
  public toString(): string {
    return `[bird ${super.name}]`;
  }
}
```

## 25 Классы - Модификаторы доступа ECMAScript

### 25.1 Закрытые поля определенные спецификацией ECMAScript

Помимо сокрытия полей класса от внешней среды с помощью модификатора доступа `private`, присущего исключительно *TypeScript*, существует возможность прибегнуть к механизму предусмотренному спецификацией *ECMAScript*. Для того чтобы воспользоваться им, идентификаторы скрываемых полей должны начинаться с символа решетки `#`.

Доступ к защищенному полю класса ограничивается областью видимости класса в котором оно объявлено, а при обращении к нему необходимо также указывать символ решетки.

```
class Animal {
  #isLife: boolean = true; // защищенное поле класса

  get isLife() {
    return this.#isLife;
  }
}

let animal = new Animal();
console.log(animal.isLife); // обращение к аксессору, а не защищенному полю
```

Поскольку доступ ограничивается областью видимости класса, потомки не могут обращаться к защищенным полям своих предков.

```
class Animal {
  #isLife: boolean = true; // защищенное поле класса
}

/**
 * Error!
 *
 * Class 'Bird' incorrectly extends base class 'Animal'.
 * Property '#isLife' is not accessible outside class 'Animal' because
 * it has a private identifier.ts(18013)
 */

class Bird extends Animal {
  constructor() {
```

```

    super();
    this.#isLife;
  }
}

```

В отличие от модификатора доступа `private`, этот механизм не может быть применён к методам класса, но так как за его появлением стоит спецификация *ECMAScript*, то он продолжает действовать в скомпилированной программе. Именно поэтому, в отличие от сценария с модификатором доступа `private`, *потомки* могут без страха нарушить ожидаемый ход выполнения программы и объявлять защищенные поля, чьи идентификаторы идентичны объявлениям в их супер-классах.

Сценарий с модификатором доступа `private`:

```

class Animal {
  private _isLife: boolean = true;
}

/**
 * Error!
 *
 * Class 'Bird' incorrectly extends base class 'Animal'.
 * Types have separate declarations of a private property '_isLife'.ts(2415)
 */
class Bird extends Animal {
  private _isLife: boolean = false;
}

```

Сценарий с защищенными полями предусмотренными спецификацией ECMAScript:

```

class Animal {
  #isLife: boolean = true;
}

/**
 * Ok!
 */
class Bird extends Animal {
  #isLife: boolean = false;
}

```

И в заключение, стоит упомянуть что существует несколько нюансов — один из них заключается в том, что закрытые поля нельзя объявлять непосредственно в конструкторе.

```
class Animal {  
    // Parameter declaration expected.ts(1138)  
    constructor(#isLife = true) {}  
}
```

Другой нюанс связан с тем, что код содержащий закрытые поля класса может быть скомпилирован исключительно в версии `es6` и выше.

## 26 Классы - Абстрактные классы

### 26.1 Абстрактные классы (abstract classes)

Если у всех начинающих разработчиков при размышлениях об интерфейсах возникают вопросы, когда и зачем их использовать, то при размышлении об абстрактных классах, ещё добавляются вопросы, чем они отличаются от интерфейсов и когда та или иная конструкция предпочтительней. Ответы на эти вопросы я постараюсь дать в этой главе, но для начала стоит рассмотреть их общие характеристики.

### 26.2 Общие характеристики

В *TypeScript* объявление абстрактного класса отличается от объявления обычного только добавлением ключевого слова `abstract` перед ключевым словом `class`.

```
abstract class Identifier {}
```

Абстрактные классы также, как и обычные классы, могут расширять другие (как обычные, так и абстрактные), а также реализовывать интерфейсы.

```
interface IInterface {}
```

```
class StandardClass {}
```

```
// абстрактный класс расширяет обычный класс и реализует интерфейс  
abstract class SuperAbstractClass extends StandardClass implements IInterface {}
```

```
// абстрактный класс расширяет другой абстрактный класс  
abstract class SubAbstractClass extends SuperAbstractClass {}
```

Несмотря на то, что абстрактный класс — все же класс, главное его отличие от обычного класса заключается в том, что идеологически не предполагается создания его экземпляров. Другими словами, нельзя создать экземпляр абстрактного класса.

```
abstract class SuperAbstractClass {}  
class SubStandartClass extends SuperAbstractClass {}
```

```
let v0: SuperAbstractClass = new SuperAbstractClass(); // Error, нельзя создавать экземпляры абстрактного класса
let v1: SuperAbstractClass = new SubStandartClass(); // Ok
let v2: SubStandartClass = new SubStandartClass(); // Ok
```

Абстрактные классы могут содержать абстрактные члены, принадлежность к которым, также, указывается с помощью ключевого слова `abstract`. С помощью ключевого слова `abstract` можно помечать поля, свойства (аксессоры), а также методы объекта. При этом свойства и методы не должны иметь реализацию. В отличие от них, полям, помеченным как абстрактные, может быть присвоено значение по умолчанию.

```
abstract class Identifier {
    public abstract field: string = 'default value'; // реализация допустима
    public abstract get prop(): string; // реализация не допустима
    public abstract set prop(value: string); // реализация не допустима

    public abstract method(): void; // реализация не допустима
}
```

Абстрактный класс, который расширяет другой абстрактный класс, не обязан переопределять все абстрактные члены своего суперкласса. В отличие от абстрактных классов, обычные классы, которые расширяют абстрактные классы, обязаны переопределить все поля, свойства и методы, находящиеся в иерархической цепочке и помеченные ключевым словом `abstract`, если они не были реализованы предками ранее.

```
abstract class SuperAbstractClass {
    public abstract field: string; // объявление абстрактного поля
}
```

```
abstract class SubAbstractClass extends SuperAbstractClass {} // в абстрактных потомках допускается не переопределять абстрактные члены предков
```

```
class SubConcreteClass extends SubAbstractClass { // конкретный подкласс обязан переопределять абстрактные члены, если они...
    public field: string;
}
```

```
class SubSubConcreteClass extends SubConcreteClass {} // ... если они не были переопределены в классах-предках
```

Как было сказано ранее, абстрактным полям может быть задано значение по умолчанию, но в этом случае обратится к нему могут только абстрактные классы в иерархии наследования.

```
abstract class SuperAbstractClass {
    public abstract field0: string = 'default value'; // объявление абстрактного поля
```

со значением по-умолчанию

```
public abstract field1: string;
public abstract field2: string;
}

abstract class SubAbstractClass extends SuperAbstractClass {
    public field1: string = this.field0; // переопределение абстрактного поля и
    инициализация его значением абстрактного поля, которому было присвоено значение по
    умолчанию в абстрактном предке
}

class SuboncreteClass extends SubAbstractClass {
    public field0: string; // конкретному классу необходимо переопределить два
    абстрактных поля, так как в предках было переопределено только один член
    public field2: string;
}
```

Абстрактные члены в полной мере удовлетворяют всем условиям реализации интерфейса. Другими словами, абстрактный класс, который декларирует реализацию интерфейса, может не реализовывать его члены, а лишь пометить их как абстрактные и тем самым переложить реализацию на своих потомков.

```
interface IInterface {
    field: string;
    method(): void;
}

abstract class AbstractSuperClass implements IInterface { // абстрактный класс
    декларирует реализацию интерфейса
    public abstract field: string; // поле без реализации...
    public abstract method(): void; // ...метод без реализации. Тем не менее ошибки не
    возникает
}
```

Кроме абстрактных членов, абстрактные классы могут содержать обычные члены, обращение к которым ничем не отличается от членов, объявленных в обычных классах.

Как правило, абстрактные классы реализуют только ту логику, которая не будет ни при каких обстоятельствах противоречить логике своих подклассов.

```
abstract class AbstractSuperClass {
    abstract name: string = "AbstractSuperClass";

    public toString(): string {
        // реализация общего не абстрактного метода
        return `[object ${this.name}]`;
    }
}
```



```

}

class FirstConcreteSubClass extends AbstractSuperClass {
    public name: string = "T2"; // реализуем абстрактное поле
}

class SecondConcreteSubClass extends AbstractSuperClass {
    public name: string = "T2"; // реализуем абстрактное поле
}

let first: FirstConcreteSubClass = new FirstConcreteSubClass();
let second: SecondConcreteSubClass = new SecondConcreteSubClass();

first.toString(); // [object FirstConcreteSubClass] реализация в абстрактном предке
second.toString(); // [object SecondConcreteSubClass] реализация в абстрактном предке

```

## 26.3 Теория

Пришло время разобраться в теории абстрактных классов, а именно ответить на вопросы, которые могут возникнуть при разработке программ.

Интерфейс или абстрактный класс — частый вопрос, ответ на который не всегда очевиден. В действительности, это абсолютно разные конструкции, как с точки зрения реализации, так и идеологии. Интерфейсы предназначены для описания публичного *api*, которое служит для сопряжения с программой. Кроме того, они не должны, а в *TypeScript* и не могут, реализовывать бизнес логику той части, которую представляют. Они — идеальные кандидаты для реализации *слабой связанности* (low coupling). При проектировании программ упор должен делаться именно на интерфейсы.

Абстрактные классы, при необходимости, должны реализовывать интерфейсы, в той же степени и для тех же целей, что и обычные классы. Их однозначно нужно использовать в качестве базового типа тогда, когда множество логически связанных классов имеет общую для всех логику.

К примеру, абстрактный класс `Animal`, реализующий интерфейс `IAnimal` с двумя членами: свойством `isAlive` и методом `voice`, может и должен реализовать свойство `isAlive`, так как это свойство имеет заранее известное количество состояний (жив или мертв) и не может отличаться в зависимости от потомка. В то время как метод `voice` (подать голос) как раз таки будет иметь разную реализацию, в зависимости от потомков, ведь коты мяукают, а вороны каркают.

Тем не менее, резонно может возникнуть вопрос, а почему бы не вынести этот функционал в обычный, базовый класс?

Абстрактный класс способен не только подсказать архитектору, что данная сущность является абстрактной для предметной области. Кроме этого они не позволяют создать экземпляр класса, работа которого может сломать приложение. Если бы вместо абстрактного класса разработчик использовал обычный базовый класс, появилась бы возможность задействовать экземпляр этого класса в тех местах, где ожидается использование только потомков класса, с их собственной реализацией методов, на которую может полагаться логика приложения.

Еще раз тоже самое, но другими словами. Базовый класс будет реализовывать основную часть базовых типов определенных интерфейсами, с помощью которых будет происходить сопряжение с остальными частями программы. Ведь как было рассмотрено в главе [Типы - Interface](#), чтобы не

нарушить "Принцип разделения интерфейсов", интерфейс `IAAnimal` должен состоять из более специфичных (более конкретных) интерфейсов, на которых и будет завязана программа. А это, в свою очередь, означает, что экземпляр базового класса, который реализует интерфейс `IAAnimal` и у которого отсутствует основная логика, может быть использован в тех частях программы, в которых предполагается использовать экземпляры более специфичных типов, принадлежащих к типам этих интерфейсов (проще говоря, потомков базового типа).

И тот факт, что абстрактный класс мог бы уберечь от этого сценария, доказывает то, что обычный класс в качестве его замены может привести к ошибкам, которые могут возникнуть только на этапе выполнения. То есть обычный класс в роли абстрактного класса снижает типобезопасность программы.

Кроме того, абстрактный класс с помощью абстрактных членов не даст разработчику забыть реализовать необходимую логику в потомках.

Но и это ещё не все. Интерфейс `IAAnimal` в реальности будет составным типом. То есть, он будет принадлежать к типу `ILiveable`, описывающему свойство `isAlive` и типу `IVoiceable`, описывающему метод `voice`. Реализовать подобное с помощью абстрактного класса не получится, так как один класс может расширять только один класс, в то время как интерфейсы могут расширять множество других интерфейсов, и, следовательно, принадлежит ко множеству типов данных одновременно. Как раз это и делает интерфейс `IAAnimal`, расширяя интерфейсы `ILiveable` и `IVoiceable`. Но, даже если бы язык поддерживал механизм мультинаследования, в реальности функционал `IAAnimal` одним методом `voice` не ограничивался бы. Как минимум были бы ещё `move` (передвижение), `eat` (кушать). И несмотря на то, что все эти методы могут быть объединены в одном классе, так как они логически связаны (описывают механизмы жизнедеятельности животного), в тех местах программы, которые будут их использовать, они не могут быть представлены типом этого класса. Они должны быть представлены типами, которые будут описывать только их область функциональности. Например `IMovable`, помимо метода `move`, может ещё включать в себя поле `speed` (скорость), так как скорость непосредственно связана с передвижением.

Если пойти в рассуждениях ещё дальше и представить совсем уже бессмысленную ситуацию, когда каждый метод будет реализован в одном классе, чтобы не нарушить "Принцип разделения интерфейсов", то, создав в программе множество маленьких классов, будет реализован такой архитектурный антипаттерн, как "Мышиная возня".

Бывает так, что при проектировании компонента программы разработчик уже на стадии проектирования знает, что их функционал будет расширен в будущем. И может показаться, что точка сопряжения, в данной ситуации, кандидат на использование абстрактного класса вместо интерфейса. С одной стороны, да. Если заменить тип интерфейса на тип, представляемый абстрактным классом, то в дальнейшем, при расширении его логики, можно воспользоваться механизмом наследования (`extends`), который для этого и предназначен. Но, с другой стороны, существует такое устоявшееся правило, которое гласит — "Предпочитайте композицию наследованию класса" ("Банда Четырёх"), что склоняет к использованию интерфейса. Тем не менее выбор не заключается между лучшим и худшим. В конкретном случае разработчику просто предстоит выбрать один из двух вариантов. И если вы относитесь к тем, кто предпочитает композицию наследованию, то обязательно должны знать, что существует случай, который в общей практике и является исключительным, но в контексте *TypeScript*, его, скорее всего, правильно причислить к "щекотливым".

Существуют ситуации, когда архитектору заранее известно, что внутренний функционал программы в будущем будет расширен. То есть, описание точки сопряжения будет дополнена новыми членами.

Если в этом случае будет использоваться интерфейс, то добавление в него новой декларации члена будет требовать вмешательства разработчика в существующий код. Ведь классы, реализующие интерфейсы, обязаны реализовывать все его члены. Следовательно, декларирование в интерфейс нового члена приведет к обязательному изменению (дополнению) кода, использующего его.

В случае декларирования нового члена в абстрактном классе появляется возможность изменения без вмешательства в основной код. Хотя при декларировании новых членов придется отказаться от модификатора `abstract`, так как при его использовании, точно также, как и при использовании интерфейса, потребуются вмешательства в код. Но зато, в отличие от случаев при которых используется интерфейс, это хотя бы становится возможным. А добавление нового функционала, на самом деле, очень частая практика на начальных этапах разработки. К тому же абстрактный класс все также устраняет недостатки обычных классов.

Хотя интерфейсы в *TypeScript* могут иметь необязательные члены (глава **Операторы - Optional, Not-Null, Not-Undefined, Definite Assignment Assertion**), что, в некоторой степени, сводит на нет преимущество абстрактных классов в ситуациях, когда точки соприкосновения подвержены добавлению новых членов.

И последний момент, о котором стоит упомянуть, что, технически, абстрактный класс, состоящий только из абстрактных членов, может исполнять ту роль в программе, которая, идеологически, была отведена интерфейсу. Но это не лучшая идея.

## 27 Классы - Полиморфный тип `this`

### 27.1 Полиморфный тип `this`

В *TypeScript* существует возможность указывать в качестве типа данных *полиморфный тип* `this`.

Полиморфный тип данных — это тип, который представляет множество типов, как единое целое.

Полиморфный тип `this` является совокупностью типов, определяющих тип экземпляра. Кроме того, полиморфный тип `this` доступен для указания только в классах и интерфейсах.

Чтобы понять о чем идет речь, нужно представить два класса, связанных с помощью механизма наследования, в каждом из которых объявлен метод с типом возвращаемого значения, принадлежащему к типу класса, в котором он объявлен.

```
class Animal {
    public sit(): Animal { // реализация метода
        return this;
    }
}

class Bird extends Animal {
    public fly(): Bird { // дополнение супертипа специфичным методом
        return this;
    }
}
```

Если создать экземпляр подкласса и вызвать по цепочке метод подкласса, а затем — суперкласса, то операция завершится успехом.

```
const bird: Bird = new Bird()
    .fly() // Ok, возвращает тип Bird
    .sit(); // Ok, возвращает тип Animal
```

Если попробовать изменить порядок вызова методов, то возникнет ошибка. Произойдет это по той причине, что метод, объявленный в суперклассе, возвращает значение, принадлежащее к типу самого суперкласса, который ничего не знает о методах, объявленных в его подтипах.

```
const bird: Bird = new Bird()
    .sit() // Ok, возвращает тип Animal
    .fly(); // Error, в типе Animal, возвращенного на предыдущем шаге, метод нет
объявления метода fly
```

Можно, конечно, в качестве возвращаемого значения указать тип `Any`, но помимо того, что пропадет автодополнение, ещё и пострадает семантическая привлекательность кода.

```
class Animal {
    public sit(): any {
        return this;
    }
}

class Bird extends Animal {
    public fly(): any {
        return this;
    }
}
```

```
let bird: Bird = new Bird()
    .fly() // Ok
    .sit(); // Ok

bird = new Bird()
    .sit() // Ok
    .fly(); // Ok, работает, но так лучше не делать
```

*TypeScript* предлагает решить эту проблему с помощью полиморфного типа `this`. Ожидаемое поведение достигается за счет того, что полиморфный тип `this` является множеством типов, определяемого цепочкой наследования. Другими словами, тип `this` будет принадлежать к тому же типу, что и экземпляр подкласса, который принадлежит к типу подкласса и типу суперкласса одновременно.

Такое поведение называется *F-ограниченный полиморфизм* (F-bounded polymorphism).

```
class Animal {
  public sit(): this {
    return this;
  }
}

class Bird extends Animal {
  public fly(): this {
    return this;
  }
}

let bird = new Bird()
  .fly() // Ok
  .sit(); // Ok

bird = new Bird()
  .sit() // Ok, возвращает тип Bird
  .fly(); // Ok
```

Стоит отдельно подчеркнуть, что полиморфный тип `this` не принадлежит к типу класса или интерфейса, в котором указан. Полиморфный тип `this` может быть определен только на основе экземпляра класса. Проще говоря, полиморфный тип `this` принадлежит к типу своего экземпляра и может быть определен только в момент создания экземпляра. Так же тип `this` совместим с типом `Any`, а при условии что флаг `--strictNullChecks` установлен в `false`, ещё и к типам `Null` и `Undefined`. К тому же тип `this` совместим с типом экземпляра, ссылку на который можно получить с помощью ключевого слова `this`.

```
class Animal {
  public animalAll: this[] = []; // массив с полиморфным типом this

  constructor() {
    this.add(new Animal()); // Error, так как на данном этапе не известно, к какому
    типу будет принадлежать полиморфный тип this
    this.add(this); // Ok
  }

  public add(animal: this): this {
    this.animalAll.push(animal);

    return this;
  }
}
```

```
class Type {
    static interface: Animal = new Animal();
    static animal: Animal = new Animal();
    static any: any = new Animal();
    static null: null = null;
    static undefined: undefined = undefined;
}
```

```
const animal = new Animal()
    .add(Type.animal) // Ok
    .add(Type.interface) // Error
    .add(Type.any) // Ok
    .add(Type.null) // Ok
    .add(Type.undefined); // Ok
```

Не будет лишним упомянуть, что в тех случаях, когда тип не указан явно, а в качестве значения выступает ссылка на экземпляр (`this`), то вывод типов будет указывать на принадлежность к полиморфному типу `this`.

```
class Animal {
    public instance = this; // instance: this

    public getInstance() { // getInstance(): this
        const instance = this; // instance: this

        return this;
    }
}
```

## 28 Классы - Модификатор readonly

### 28.1 Модификатор readonly (только для чтения)

В *TypeScript* существует модификатор, с помощью которого поле объекта помечается как "только для чтения".

Модификатор, запрещающий изменение значений полей объектов, указывается с помощью ключевого слова `readonly`. Он применяется к полям как при их объявлении в классе, так и при их описании в интерфейсе.

```
interface IAnimal {
    readonly name: string;
}
```

```
class Animal {
```

```
    public readonly name: string = 'name';  
}
```

Если при описании интерфейса поле было помечено как `readonly`, то классам, реализующим этот интерфейс, не обязательно указывать модификатор `readonly`. Но в таком случае значение поля будет изменяемым.

```
interface IAnimal {  
    readonly name: string;  
}  
  
class Bird implements IAnimal {  
    public readonly name: string = 'bird'; // Ok  
}  
  
class Fish implements IAnimal {  
    public name: string = 'fish'; // Ok  
}  
  
const bird: Bird = new Bird();  
bird.name = 'newbird'; // Error  
  
const fish: Fish = new Fish();  
fish.name = 'newfish'; // Ok
```

Это правило работает и в обратном направлении — поле, описанное в интерфейсе без указания модификатора `readonly`, может быть помечено этим модификатором при реализации.

```
interface IAnimal {  
    name: string;  
}  
  
class Bird implements IAnimal {  
    public readonly name: string = 'bird'; // Ok  
}  
  
const bird: Bird = new Bird();  
bird.name = 'newbird'; // Error
```

Модификатор `readonly` можно применять и к свойствам, объявленным как параметры.

```
interface IAnimal {  
    name: string;  
}
```

```
class Bird implements IAnimal {
    constructor(public readonly name: string) {}
}

const bird: Bird = new Bird('bird');
```

В случае применения модификатора `readonly` к свойствам, объявленным как параметры, модификаторы доступа можно не указывать.

```
interface IAnimal {
    name: string;
}

class Bird implements IAnimal {
    constructor(readonly name: string) {}
}

const bird: Bird = new Bird('bird');
```

Полю к которому применен модификатор `readonly`, не обязательно присваивать значение в момент объявления. Но в таком случае присвоить ему значение можно будет только из конструктора класса, в котором это поле объявлено. Если полю был применён модификатор `readonly` и не было присвоено значение, то такое поле, так же как и любое другое неинициализированное поле, будет иметь значение `undefined`.

```
interface IAnimal {
    readonly name: string;
}

class Animal implements IAnimal {
    public readonly name: string; // Ok

    constructor(){
        this.name = 'animal'; // Ok
    }
}
```

Попытка присвоить значение полю, к которому применен модификатор `readonly`, в месте, отличном от места объявления или конструктора класса, в котором это поле объявлено, приведет к возникновению ошибки.

```
interface IAnimal {
    readonly name: string;
```



```

}

class Animal implements IAnimal {
    public readonly name: string; // Ok

    public setName(name: string): void {
        this.name = name; // Error
    }
}

```

Не получится избежать возникновения ошибки, и при попытке присвоить значение из конструктора класса-потомка (с условием, что потомок не переопределяет его).

```

interface IAnimal {
    readonly name: string;
    readonly age: number;
}

class Animal implements IAnimal {
    public readonly name: string; // Ok
    public readonly age: number; // Ok
}

class Bird extends Animal {
    public readonly age: number; // переопределение поля

    constructor(){
        super();
        super.name = 'bird'; // Error
        this.age = 0; // Ok
    }
}

```

Поля объекта, созданного с помощью литерала объекта, невозможно будет изменить, если в связанном с ним типе к этим полям применен модификатор `readonly`.

```

interface IAnimal {
    readonly name: string;
}

const animal: IAnimal = { name: 'animal' };

animal.name = 'newanimal'; // Error

```

Если полям, помеченным "только для чтения", не указан тип данных, а присвоение примитивного значения происходит в месте объявления, то для таких полей вывод типов укажет принадлежность к литеральному типу.

```
class Animal {
    public readonly nameReadonly = 'animal'; // nameReadonly: "animal"
    public nameDefault = 'animal';           // nameDefault: string

    public readonly ageReadonly = 0; // ageReadonly: 0
    public ageDefault = 0;           // ageReadonly: number

    public readonly isLifeReadonly = true; // isLifeReadonly: true
    public isLifeDefault = true;           // isLifeDefault: boolean
}
```

## 29 Классы - Definite Assignment Assertion Modifier

### 29.1 Классы — Definite Assignment Assertion Modifier

Для того, чтобы повысить типобезопасность программы, рекомендуется вести разработку с активной опцией `--strict` (глава [Опции компилятора](#)), которая активирует множество других опций, изменяющих поведение компилятора, заставляя разработчиков писать код, сводящий к минимуму ошибки на этапе выполнения.

Это привело к созданию опции `--strictPropertyInitialization`, которая при активной опции `--strictNullChecks`, запрещает классу иметь поля, типам которых явно не указана принадлежность к `Undefined` и которые не были инициализированы в момент его создания. Таким образом предотвращается обращение к полям, которые могут иметь значение `undefined`.

```
class Identifier {
    public a: number = 0; // Ok, инициализация при объявлении
    public b: number; // Ok, инициализация в конструкторе
    public c: number | undefined; // Ok, явное указание принадлежности к типу Undefined
    public d: number; // Error, инициализация отсутствует

    constructor() {
        this.b = 0;
    }
}
```

Но бывают случаи, при которых условия, устанавливаемые опцией `--strictPropertyInitialization`, не могут быть удовлетворены в полной мере. К самым распространенным случаям можно отнести установку значений полей с помощью *DI* (dependency injection), инициализация, вынесенная в методы так называемого жизненного цикла, а также методы инициализации, выполняемые из конструктора класса.

```
// инициализация с помощью DI
class A {
    @Inject(Symbol.for('key'))
    public field: number; // Error
}

// метод жизненного цикла из Angular
class B {
    private field: number; // Error

    public ngOnInit(): void {
        this.field = 0;
    }
}

// инициализация вне конструктора
class C {
    private field: number; // Error

    constructor(){
        this.init();
    }

    private init(): void {
        this.field = 0;
    }
}
```

Для таких случаев синтаксис *TypeScript* содержит модификатор *definite assignment assertion modifier*, который указывается с помощью символа восклицательного знака (!), располагаемого после идентификатора поля или переменной.

```
class Identifier {
    public identifier!: Type;
}

// или

const identifier!: Type;
```

Применяя модификатор *definite assignment assertion modifier* разработчик сообщает компилятору, что берет ответственность за инициализацию поля на себя.

```
// инициализация с помощью DI
class A {
    @Inject(Symbol.for('key'))
    public field!: number; // Ok
}

// метод жизненного цикла из Angular
class B {
    private field!: number; // Ok

    public ngOnInit(): void {
        this.field = 0;
    }
}

// инициализация вне конструктора
class C {
    private field!: number; // Ok

    constructor(){
        this.init();
    }

    private init(): void {
        this.field = 0;
    }
}
```

## 30 Классы - Тонкости extends и implements

### 30.1 Классы — Тонкости

Помимо всего, что было рассказано о классах ранее, с ними связано несколько неочевидных моментов, о которых догадаться самостоятельно не так то просто.

### 30.2 Классы - Тонкости implements

Кроме того, что класс может реализовать ( `implements` ) интерфейсы ( `interface` ), он также может реализовать другой класс.

```
interface IAnimal {
    name: string;
}
```

```

class Animal {
    public name: string;
}

class Bird implements IAnimal { // Ok
    public name: string;
}

class Fish implements Animal { // Ok
    public name: string;
}

```

Как уже можно было догадаться, при реализации классом другого класса действуют те же правила, что и при расширении класса интерфейсом. То есть класс, у которого все члены объявлены как публичные (`public`), может реализовать любой другой класс. В то время как класс, имеющий члены с такими модификаторами доступа, как закрытые (`private`) или защищенные (`protected`), может реализовать только этот же класс или его потомки.

```

class Animal {
    public name: string;
}

class Bird implements Animal { // Ok
    public name: string;
    protected age: number;
}

class Fish implements Animal { // Ok
    public name: string;
    private arial: string;
}

class Raven implements Bird { // Error
    public name: string;
    protected age: number;
}

class Owl extends Bird implements Bird { // Ok
    public name: string;
    protected age: number;
}

class Shark implements Fish { // Error
    public name: string;
}

class Barracuda extends Fish implements Fish { // Ok

```

```
    public name: string;
}
```

## 30.3 Частичное Слияние интерфейса с классом

На текущий момент известно, что два интерфейса, объявленные в одной области видимости, сливаются вместе. Кроме того, если интерфейс объявлен в одной области видимости с одноимённым классом, то компилятор считает, что класс реализовал одноимённый интерфейс.

```
interface Animal {
    id: string;
    age: number;
}
```

```
class Animal {}
```

```
const animal = new Animal(); // Ok
```

```
animal.id = 'animal'; // Ok
```

```
animal.age = 0; // Ok
```

```
const { id, age } = animal; // Ok -> id: string and age: number
```

```
console.log(id, age); // 'animal', 0
```

## 31 Различия var, let, const и модификатора readonly при неявном указании примитивных типов

### 31.1 Различия var, let, const и модификатора readonly при неявном указании примитивных типов

После того, как было рассмотрено понятие *литеральных типов*, и тем самым подведена черта под примитивными типами, наступило время рассмотреть особенности `var`, `let` и `const` для которых типы указываются неявно.

Неявное указание типов означает, что тип будет определен с помощью вывода типов. В тот момент, когда `var` или `let` объявляется, но не инициализируется, вывод типов определяет их принадлежность к типу `any`. В случае с `const` невозможно обойтись без инициализации в момент объявления.

```
var a; // a: any
let b; // b: any
const c; // Error
```

Если `var` или `let` была инициализирована в момент объявления и при этом тип данных не был указан явно, вывод типов определит их принадлежность к типу, к которому относятся их значения.

```
var a = 5; // a: number
let b = 'text'; // b: string
```

Но в случае с `const`, которому присвоено примитивное значение, вывод типов определит принадлежность не к типу значения, а к литеральному типу.

```
const a = 5; // a: 5
const b = 'text'; b: 'text'
```

Поле, объявленное с использованием модификатора `readonly`, имеет поведение, идентичное `const`.

```
class T1 {
  readonly f1 = 'text'; // f1: text
  readonly f2 = 0; // f2: 0
  readonly f3 = true; // f3: true
}
```

Более подробно эта тема рассматривается далее, в главе [Типизация - Вывод типов](#).

## 31.2 Итог

При инициализации значением, принадлежащем к примитивному типу, для `var` и `let` вывод типов укажет принадлежность к типу, к которому относится их значение.

В случае, когда примитивным значением будет инициализирована `const`, вывод типов укажет её принадлежность к литеральному типу, в основе которого будет лежать само значение.

Правило вывода типа для констант верно и для полей и свойств, помеченных модификатором `readonly`.

# 32 Операторы - Optional, Not-Null, Not-Undefined, Definite Assignment Assertion

## 32.1 Операторы — Optional, Not-Null, Not-Undefined, Definite Assignment Assertion

Оператор, помечающий члены и параметры как необязательные, довольно часто используется при разработке приложений. И если понимание процесса, связанного с необязательным оператором,

довольно просто, то со вторым оператором, который зачастую идеологически связан с первым, не все так очевидно.

## 32.2 Необязательные поля, параметры и методы (Optional Fields, Parameters and Methods)

В *TypeScript* существует возможность декларировать поля, методы и параметры как *необязательные*. Эта возможность позволяет исключать помеченные элементы из инициализации, вызовов и проверки на совместимость.

Как *необязательное*, поле, параметр или метод, помечается с помощью оператора вопросительного знака `?`. При объявлении полей и параметров, оператор помещается сразу после идентификатора. При объявлении методов, оператор помещается между идентификатором и круглыми скобками.

```
type VoiceEvent = {
  type: string
  repeat?: number // необязательное поле
};

type VoiceHandler = (event?: VoiceEvent) => void; // необязательный параметр функции

class Animal {
  name?: number; // необязательное поле

  voice?(): void {} // необязательный метод
}
```

Сказать честно, титулы *поля*, *параметры*, *методы* делают данный оператор чересчур именитым. Поэтому, с вашего разрешения, в дальнейшем он будет упрощен до "*необязательного оператора*".

Как стало известно из разделов, посвященных типу `undefined`, этот тип является подтипом всех типов. А это в свою очередь означает что его единственное значение `undefined` можно присвоить в качестве значения любому типу.

```
/** strictNullChecks: false */

let a: number = undefined; // Ok
let b: string = undefined; // Ok
let c: boolean = undefined; // Ok
let d: object = undefined; // Ok
let e: any = undefined; // Ok
```

Когда у компилятора флаг `--strictNullChecks` установлен в `true`, тип `undefined` является подтипом только типа `any`. Это означает что связать значение `undefined` можно только с типом `any`.



```
/** strictNullChecks: true */
```

```
let a: number = undefined; // Error
let b: string = undefined; // Error
let c: boolean = undefined; // Error
let d: object = undefined; // Error
let e: any = undefined; // Ok
```

Как уже было сказано, помечая что-либо как необязательное, подразумевается, что параметру не будет присвоено значение, а поле или метод и вовсе может не существовать в объекте. А, как известно, не инициализированные члены объектов всегда принадлежат к типу `undefined`.

Поэтому каждый раз, когда компилятор видит поля или параметры, помеченные как необязательные, он расценивает это как явное указание того, что по сценарию в этом месте допускается значение `undefined`. Несмотря на то, что при активном флаге `--strictNullChecks`, `undefined` в качестве значения запрещен, при условии что тип не указан как `undefined` или `any`, компилятор самостоятельно добавляет к уже указанным типам тип `undefined`.

```
/** strictNullChecks: true */
```

```
let a: { field?: number }; // field: number | undefined
let b: { field?:string }; // field: string | undefined
let c: { field?: boolean }; // field: boolean | undefined
let d: (prop?: object) => void; // prop: object | undefined
let e: (prop?: any) => void; // prop: any
let f: (prop?: number | undefined) => void; // prop: number | undefined
```

Когда флаг `--strictNullChecks` установлен в `false` и он видит поля или параметры, помеченные как необязательные, он точно также понимает, что по сценарию допускается значение `undefined`. При этом он не добавляет к уже указанному типу тип `undefined` и даже не берет его в расчет при явном указании. Такое поведение связано с тем, что при неактивном флаге `--strictNullChecks`, тип данных `undefined` совместим со всеми остальными типами. А это в свою очередь означает, что поля и параметры не нуждаются в его явном указании.

```
/** strictNullChecks: false */
```

```
let a: { field?: number }; // field: number
let b: { field?:string }; // field: string
let c: { field?: boolean }; // field: boolean
let d: (prop?: object) => void; // prop: object
let e: (prop?: any) => void; // prop: any
let f: (prop?: number | undefined) => void; // prop: number
```

Также стоит упомянуть, что необязательные поля не обязательно должны содержать явную аннотацию.

```
interface IT1 {
    f1?; // Ok -> f1?: any
}

class T1 {
    f1?; // Ok -> f1?: any
    f2? = 0; // Ok -> f2?: number
}
```

## 32.3 Оператор ! (Non-Null and Non-Undefined Operator)

Оператор **Not-Null Not-Undefined** в случаях, в которых возможны исключения, связанные с обращением к членам несуществующего объекта или вызовом несуществующего метода, при включенной опции компилятора **--strictNullChecks**, позволяет приглушать сообщения об ошибках.

Простыми словами, когда объект или метод объекта по сценарию может иметь значение **null** или **undefined**, в режиме **--strictNullChecks** компилятор с целью предотвращения возможной ошибки накладывает запрет на операции обращения и вызова. Разрешить подобные операции возможно с помощью оператора **Not-Null Not-Undefined**, который обозначается восклицательным знаком **!**.

Чтобы понять принцип оператора **Non-Null Non-Undefined**, достаточно представить функцию-слушатель события, у которой единственный параметр **event** с типом **UserEvent** помечен как необязательный. Так как параметр необязательный, то он, помимо типа **UserEvent**, может принадлежать ещё и к типу **undefined**. А это означает, что при попытке обратиться в теле слушателя к любому члену параметра **event**, может возникнуть исключение, вызванное обращением к членам несуществующего объекта. С целью предотвращения исключения во время выполнения компилятор, во время компиляции, выведет сообщение об ошибке, вызванной обнаружением потенциально опасного кода.

```
/** strictNullChecks: true */

type UserEvent = { type: string };

// параметр помечен как необязательный, поэтому тип выводится как event?: UserEvent | undefined
function handler(event?: UserEvent): void {
    // потенциальная ошибка, возможно обращение к полю несуществующего объекта
    let type = event.type; // Error -> возможная ошибка во время выполнения
}
```

Обычно в таких случаях стоит изменить архитектуру, но если разработчик знает что делает, то компилятор можно настоятельно попросить закрыть глаза при помощи оператора **Not-Null Not-Undefined**.

При обращении к полям и свойствам объекта, оператор `Not-Null Not-Undefined` указывается перед оператором точка `object!.field`.

```
/** strictNullChecks: true */

type UserEvent = { type: string };

function handler(event?: UserEvent): void {
    // указываем компилятору что берем этот участок кода под собственный контроль
    let type = event!.type; // Ok
}
```

Оператор `Not-Null Not-Undefined` нужно повторять каждый раз, когда происходит обращение к полям и свойствам объекта, который помечен как необязательный.

```
/** strictNullChecks: true */

type Target = { name: string };

type Currenttarget = { name };

type UserEvent = {
    type: string,
    target?: Target,
    currentTarget: Currenttarget
};

function handler(event?: UserEvent): void {
    let type = event!.type; // 1 !
    let target = event!.target!.name; // 2 !
    let currenttarget = event!.currentTarget.name; // 1 !
}
```

При обращении к методам объекта, помеченным как необязательные, оператор `Not-Null Not-Undefined` указывается между идентификатором-именем и круглыми скобками. Стоит обратить внимание, что когда происходит обращение к полю или свойству объекта, помеченного как необязательный, то оператор `Not-Null Not-Undefined` указывается лишь раз. При обращении к необязательному методу того же объекта, оператор `Not-Null Not-Undefined` указывается дважды.

```
/** strictNullChecks: true */

type Target = { name: string };

type Currenttarget = { name };
```

```

type UserEvent = {
    type: string,
    target?: Target,
    currentTarget: Currenttarget,
    toString?(): string
};

function handler(event?: UserEvent): void {
    let type = event!.type; // 1 !
    let target = event!.target!.name; // 2 !
    let currenttarget = event!.currentTarget.name; // 1 !
    let meta = event!.toString!(); // 2 !
}

```

Нужно повторить ещё раз, что оператор `Not-Null Not-Undefined`, при активном флаге `--strictNullChecks`, обязателен только в тех случаях, когда объект не принадлежит к отличному от `any` типу.

```

/** strictNullChecks: true */

type Target = { name: string };

type Currenttarget = { name };

type UserEvent = {
    type: string,
    target?: Target,
    currentTarget: Currenttarget,
    toString?(): string,
    valueOf(): any
};

function handler(event?: any): void {
    let type = event.type; // 0 !
    let target = event.target.name; // 0 !
    let currenttarget = event.currentTarget.name; // 0 !
    let meta = event.toString(); // 0 !
    let value = event.valueOf(); // 0 !
}

```

И, как было сказано в самом начале, правило оператора `Not-Null Not-Undefined`, применённое к необязательному оператору, идентично для всех полей и параметров, принадлежащих к типам `Null` или `Undefined`...

```
/** strictNullChecks: true */
```

```
type Target = { name: string };
```

```
type Currenttarget = { name };
```

```
type UserEvent = {  
  type: string,  
  target?: Target,  
  currentTarget: Currenttarget,  
  toString?(): string,  
  valueOf(): any  
};
```

```
function handler(event: UserEvent | undefined): void {  
  let type = event.type; // Error  
  let target = event.target.name; // Error  
  let currenttarget = event.currentTarget.name; // Error  
  let meta = event.toString(); // Error  
  let value = event.valueOf(); // Error  
}
```

...при условии, что они не будут принадлежать к типу `any`.

```
/** strictNullChecks: true */
```

```
type Target = { name: string };
```

```
type Currenttarget = { name };
```

```
type UserEvent = {  
  type: string,  
  target?: Target,  
  currentTarget: Currenttarget,  
  toString?(): string,  
  valueOf(): any  
};
```

```
function handler(event: UserEvent | undefined | any): void {  
  let type = event.type; // Ok  
  let target = event.target.name; // Ok  
  let currenttarget = event.currentTarget.name; // Ok  
  let meta = event.toString(); // Ok  
  let value = event.valueOf(); // Ok  
}
```

## 32.4 Оператор ! (Definite Assignment Assertion)

Для повышения типобезопасности программы, правила, накладываемые опцией

`--strictNullChecks` (глава [Опции компилятора](#)), действуют также на переменные, которые инициализируются в чужом контексте.

```
let value: number;
```

```
initialize();
```

```
console.log(value + value); // Error, обращение к переменной перед присвоением ей значения
```

```
function initialize() {  
    value = 0;  
}
```

Чтобы избежать ошибки при обращении к переменным, которые инициализированы в чужом контексте, нужно использовать *definite assignment assertions*. *definite assignment assertions* также указывается с помощью символа восклицательного знака (!) и располагается после идентификатора переменной. Указывая каждый раз при обращении к переменной *definite assignment assertion*, разработчик сообщает компилятору, что берет на себя все проблемы, которые могут быть вызваны отсутствием значения у переменной.

```
let value: number;
```

```
initialize();
```

```
console.log(value! + value!); // Ok, указание definite assignment assertion
```

```
function initialize() {  
    value = 0;  
}
```

## 32.5 Итог

Помечая поля и параметры, как необязательные, необязательный оператор располагается между идентификатором и двоеточием, обозначающим начало указания типа данных.

Помечая методы, как необязательные, необязательный оператор располагается между идентификатором и круглыми скобками.

Помеченные как необязательные поля, параметры и методы не учитываются при проверке типов на совместимость.

Оператор `Not-Null Not-Undefined` в режиме `--strictNullChecks` помогает выявлять ошибки, которые могут произойти во время выполнения из-за обращения к членам несуществующего объекта или вызовом несуществующих методов.

Оператор `Not-Null Not-Undefined` обозначается при помощи восклицательного знака (`!`).

При обращении к полям и свойствам, оператор `Not-Null Not-Undefined` указывается между ссылкой на потенциально опасный объект и оператором точка (`.`).

При вызове потенциально несуществующего метода оператор `Not-Null Not-Undefined` указывается между ссылкой и круглыми скобками.

Оператор `Not-Null Not-Undefined` указывается столько раз, сколько потенциально опасных обращений будет выполнено при выполнении операции.

С момента, когда в цепочке обращения встречается ссылка, ведущая на объект, принадлежащий к типу `any`, оператор `Not-Null Not-Undefined` указывать не обязательно.

## 33 Типы - Обобщения (Generics)

### 33.1 Типы — Обобщения (Generics)

Из всех тем, в которых подробно было и будет рассказано о возможностях *TypeScript*, тема обобщений является самой примечательной, и, порой, тем, кто впервые с ней знакомится, представляется сложной. Поэтому вернемся назад во времени, в мир, в котором ещё не существует обобщений.

Для примера представим ситуацию, когда опытному разработчику поручили создать программу - виртуальный тур по зоопарку. Так как задание очень важное, разработчик решает подойти со всей серьезностью и начинает проектирование с моделирования предметной области.

Время шло, проект начал разрастаться и таким образом стал включать в себя интерфейс, описывающий общее для всех животных поле `id`, абстрактный класс `Animal`, который реализует интерфейс и ещё два абстрактных класса `Bird` и `Fish`, расширяющих абстрактный класс `Animal` и реализующих уникальные для своего типа методы `fly` и `swim`, а кроме того, ещё два конкретных класса `Eagle` и `Shark`, расширяющие `Bird` и `Fish` соответственно.

В момент, когда разработчик задумался о создании общего для всех животных хранилища-коллекции, его лицо застыло, словно печатная форма, на которой был выбит реквием по возможности написать правильный код. И это неудивительно. Для того, чтобы коллекция могла служить хранилищем для всех экземпляров животных, её данные должны быть ограничены общим для всех типов базовым типом интерфейса. Но, в таком случае, чтобы выполнять операции, присущие конкретным типам, как, например, вызов методов `fly` или `swim`, объекты, извлеченные из коллекции, будут нуждаться в дополнительной операции приведения типа.

```
interface IAnimal {  
    id: string;  
}
```

```

abstract class Animal implements IAnimal {
    constructor(readonly id: string) {}
}

abstract class Bird extends Animal {
    public fly(): void {}
}

abstract class Fish extends Animal {
    public swim(): void {}
}

class Eagle extends Bird {}
class Shark extends Fish {}

class AnimalCollection {
    private itemAll: IAnimal[] = [];

    public add(animal: IAnimal): void {
        this.itemAll.push(animal);
    }

    public getItemByID(id: string): IAnimal {
        return this.itemAll.find(item => item.id === id);
    }
}

enum AnimalIDs {
    Eagle = 'eagle',
    Shark = 'shark'
}

const collection: AnimalCollection = new AnimalCollection();

collection.add(new Eagle(AnimalIDs.Eagle));
collection.add(new Shark(AnimalIDs.Shark));

var eagle: Bird = collection.getItemByID(AnimalIDs.Eagle); // Error -> Type 'IAnimal'
is not assignable to type 'Bird'
var eagle: Bird = collection.getItemByID(AnimalIDs.Eagle) as Bird; // Ok

var shark: Fish = collection.getItemByID(AnimalIDs.Eagle); // Error -> Type 'IAnimal'
is not assignable to type 'Fish'
var shark: Fish = collection.getItemByID(AnimalIDs.Eagle) as Fish; // Ok

```



При этом операция приведения типа не самая серьезная проблема на которой стоит заострять внимание. Настоящая проблема себя проявит тогда, когда возникнет необходимость расширить программу, введя в неё дополнительные типы, как, например, множество сотрудников, различающихся по признакам, характерным конкретно для их профессии. В этом случае придется написать ещё одну коллекцию, которая будет отличаться от предыдущей лишь типом, к которому принадлежат хранимые ей данные, что приведет к увеличению кода.

Причина возникновения повторяющихся объявлений конструкций, чьё отличие состоит лишь в типах хранимых данных, подтолкнуло разработчиков языков программирования к созданию типов данных, которые определяются в момент обращения к ним. Так на свет появилась парадигма обобщенного программирования.

*Обобщенное программирование* (Generic Programming) — это подход, при котором алгоритмы могут одинаково работать с данными, принадлежащими к разным типам данных, без изменения декларации.

Обобщенное программирование позволяет разработчикам таких языков, как, например *C#, Java, F#, Scala*, сокращать количество преобразований (приведений), писать многократно используемый код и при этом повышать его типобезопасность.

Центральной фигурой в мире обобщенного программирования является такое понятие, как обобщения.

*Обобщения* (Generics) — это параметризованные типы данных.

В *TypeScript* обобщения могут быть указаны для типов, определяемых с помощью:

*псевдонимов* (`type`);

*интерфейсов*, объявленных с помощью ключевого слова `interface`;

*классов* (`class`), в том числе *классовых выражений* (class expression);

*функций* (`function`), а также для *методов* (method) и *функциональных выражений* (function expression), в том числе *стрелочных* (arrow function).

Типы данных, которым указывается обобщение, называются обобщенными или *универсальными типами данных*.

Обобщения объявляются при помощи пары угловых скобок, в которые, через запятую, заключены *параметры типа*, которые ещё называют *типо-заполнителями* или *универсальными параметрами* `<T1, T2>`. Параметры типа могут быть указаны в качестве типа везде, где требуется аннотация типа, за исключением членов класса (static members). Область видимости параметров типа ограничена областью обобщенного типа. Все вхождения параметров типа будут заменены на конкретные типы, переданные в качестве аргументов типа. Аргументы типа указываются в угловых скобках, в которых через запятую указываются конкретные типы данных `<number, string>`.

Идентификаторы параметров типа должны начинаться с заглавной буквы и, кроме фантазии разработчика, они также ограничены общими для *TypeScript* правилами. Параметрам типа, которые присутствуют в аннотации логически понятных обобщенных типов, как, например, `Array<T>`, принято начинать перечисление типов с идентификаторов `T`, `S`, `U`, `V` и т.д. С помощью `K` и `V` принято обозначать типы `Key` / `Value`, а при помощи `P` — `Property`. Идентификатором `Z` принято обозначать полиморфный тип `this`.

Кроме того, не исключены случаи, в которых предпочтительнее выглядят полные имена, как например `RequestService`, `ResponseService`, к которым ещё можно применить Венгерскую нотацию - `TRequestService`, `TResponseService`.

К примеру, увидев в автодополнении редактора тип `Array<T>`, в голову сразу же приходит верный вариант, что массив будет содержать тип указанный в качестве `T`. Но, увидев `Animal<T, S>`, можно никогда не догадаться, что это типы данных, которые будут указаны для полей `id` и `arial`. В этом случае было бы гораздо предпочтительней дать говорящие имена `Animal<AnimalID, AnimalAriar>`.

Указывается обобщение сразу после идентификатора типа. Это правило остается неизменным даже в тех случаях, когда идентификатор отсутствует (как в случае с безымянным классовым или функциональным выражением), или же не предусмотрен вовсе (стрелочная функция).

```
type Identifier<T> = {};  
  
interface Identifier<T> {}  
  
class Identifier<T> {  
    public identifier<T>(): void {}  
}  
  
let identifier = class <T> {};  
  
function identifier<T>(): void {}  
  
let identifier = function <T>(): void {};  
  
let identifier = <T>() => {};
```

Но, прежде чем приступить к детальному рассмотрению, нужно уточнить, что правила для функций идентичны, как для функциональных выражений, так и для методов. Правила для классов ничем не отличаются от правил для классовых выражений. Исходя из этого, все дальнейшие примеры будут приводиться исключительно на классах и функциях.

В случае, когда обобщение указано псевдониму типа (`type`), область видимости параметров типа ограничена самим выражением.

```
type T1<T> = { f1: T };
```

Параметра типа - значение

Область видимости параметров типа при объявлении функции и функционального выражения, включая стрелочное, а также методов, ограничивается их сигнатурой и телом. Другими словами, переменную типа можно указывать в качестве типа при объявлении параметров, возвращаемого значения, а также в своем теле при объявлениях любых конструкций, требующих аннотацию типа.

```
function f1<T>(p1: T): T {
    let v1: T;

    return v1;
}
```

При объявлении классов (в том числе и классовых выражений) и интерфейсов, область видимости параметров типа ограничиваются областью объявления и телом.

```
interface IT1<T> {
    f1: T;
}

class T1<T> {
    public f1: T;
}
```

В случаях, когда класс/интерфейс расширяет другой класс/интерфейс, который объявлен как обобщенный, потомок обязан указать типы для своего предка. Потомок в качестве типа может указать своему предку параметр типа или конкретный тип данных.

```
interface IT1<T> {}

interface IT3<T> extends IT1<T> {}
interface IT2 extends IT1<string> {}

class T1<T> {}

class T2<T> extends T1<T> implements IT1<T> {}
class T3 extends T1<string> implements IT1<string> {}
```

Если класс/интерфейс объявлен как обобщенный, а внутри него объявлен обобщенный метод, имеющий идентичный параметр типа, то параметр типа метода перекроет параметр типа класса (более конкретно это поведение будет рассмотрено позднее).

```
interface IT1<T> {
    m2<T>(p1: T): T;
}

class T1<T> {
    public m1<T>(p1: T): T {
        let v1: T;

        return p1;
    }
}
```

```
}  
}
```

Принадлежность параметра типа к конкретному типу данных устанавливается в момент передачи аргументов типа. При этом конкретные типы данных указываются в паре угловых скобок, а количество конкретных типов должно соответствовать количеству обязательных параметров типа.

```
class Animal<T> {  
    constructor(readonly id: T) {}  
}  
  
var bird: Animal<string> = new Animal('bird'); // Ok  
var bird: Animal<string> = new Animal(1); // Error  
var fish: Animal<number> = new Animal(1); // Ok
```

Если обобщенный тип указывается в качестве типа данных, то он обязан содержать аннотацию обобщения (исключением является параметры типа по умолчанию, которые рассматриваются далее в главе).

```
class Animal<T> {  
    constructor(readonly id: T) {}  
}  
  
var bird: Animal = new Animal<string>('bird'); // Error  
var bird: Animal<string> = new Animal<string>('bird'); // Ok
```

Когда все обязательные параметры типа используются в параметрах конструктора, при создании экземпляра класса аннотацию обобщения можно опускать. В таком случае вывод типов определит принадлежность к типам, к которым принадлежат значения. Если же параметры являются необязательными, и значение не будет передано, то вывод типов определит принадлежность параметров типа к типу данных `unknown`.

```
class Animal<T> {  
    constructor(readonly id?: T) {}  
}  
  
let bird: Animal<string> = new Animal('bird'); // Ok -> bird: Animal<string>  
let fish = new Animal('fish'); // Ok -> fish: Animal<string>  
let insect = new Animal(); // Ok -> insect: Animal<unknown>
```

Относительно обобщенных типов существуют такие понятия, как *открытый* (open) и *закрытый* (closed) тип. Обобщенный тип данных в момент определения называется *открытым*. Кроме того, типы, которые указаны в аннотации и у которых хотя бы один из аргументов типа является параметром типа, также являются открытыми типами. И наоборот, если все аргументы типа принадлежат к конкретным типам, то такой обобщенный тип является *закрытым* типом.

```
class T0<T, U> {} // T0 - открытый тип
```

```
class T1<T> {  
    public f: T0<number, T>; // T0 - открытый тип  
    public f1: T0<number, string>; // T0 - закрытый тип  
}
```

Те же самые правила применимы и к функциям, но за одним исключением — вывод типов для примитивных типов определяет принадлежность параметров типа к литеральным типам данных.

```
function action<T>(value?: T): T | undefined {  
    return value;  
}
```

```
action<number>(0); // function action<number>(value?: number | undefined): number |  
undefined
```

```
action(0); // function action<0>(value?: 0 | undefined): 0 | undefined
```

```
action<string>('0'); // function action<string>(value?: string | undefined): string |  
undefined
```

```
action('0'); // function action<"0">(value?: "0" | undefined): "0" | undefined
```

```
action(); // function action<unknown>(value?: unknown): unknown
```

Тогда, когда параметры типа не участвуют в операциях при создании экземпляра класса и при этом аннотация обобщения не была указана явно, то вывод типа теряет возможность установить принадлежность к типу по значениям и поэтому устанавливает объектный тип.

```
class Animal<T> {  
    public name: T;  
  
    constructor(readonly id: string) {}  
}
```

```
let bird: Animal<string> = new Animal('bird#1');  
bird.name = 'bird';  
// Ok -> bird: Animal<string>  
// Ok -> (property) Animal<string>.name: string
```

```
let fish = new Animal<string>('fish#1');  
fish.name = 'fish';  
// Ok -> fish: Animal<string>  
// Ok -> (property) Animal<string>.name: string
```

```
let insect = new Animal('insect#1');  
insect.name = 'insect';
```

```
// Ok -> insect: Animal<unknown>
// Ok -> (property) Animal<unknown>.name: unknown
```

И опять, эти же правила верны и для функций.

```
function action<T>(value?: T): T | undefined {
    return value;
}

action<string>('0'); // function action<string>(value?: string | undefined): string |
undefined
action('0'); // function action<"0">(value?: "0" | undefined): "0" | undefined
action(); // function action<unknown>(value?: unknown): unknown
```

В случаях, когда обобщенный класс содержит обобщенный метод, параметры типа метода будут затенять параметры типа класса.

```
type ReturnParam<T, U> = { a: T, b: U };

class GenericClass<T, U> {
    public defaultMethod<T> (a: T, b?: U): ReturnParam<T, U> {
        return { a, b };
    }

    public genericMethod<T> (a: T, b?: U): ReturnParam<T, U> {
        return { a, b };
    }
}

let generic: GenericClass<string, number> = new GenericClass();
generic.defaultMethod('0', 0);
generic.genericMethod<boolean>(true, 0);
generic.genericMethod('0');
```

```
// Ok -> generic: GenericClass<string, number>
// Ok -> (method) defaultMethod<string>(a: string, b?: number): ReturnParam<string,
number>
// Ok -> (method) genericMethod<boolean>(a: boolean, b?: number): ReturnParam<boolean,
number>
// Ok -> (method) genericMethod<string>(a: string, b?: number): ReturnParam<string,
number>
```

Стоит заметить, что в *TypeScript* нельзя создавать экземпляры типов, определенных параметрами типа.

```
interface CustomConstructor<T> {
    new(): T;
}

class T1<T extends CustomConstructor<T>>{
    public getInstance(): T {
        return new T(); // Error
    }
}
```

Кроме того, два типа, определяемые классом или функцией, считаются идентичными, вне зависимости от того, являются они обобщенными или нет.

```
type T1 = {}
type T1<T> = {} // Error -> Duplicate identifier

class T2<T> {}
class T2 {} // Error -> Duplicate identifier

class T3 {
    public m1<T>(): void {}
    public m1(): void {} // Error -> Duplicate method
}

function f1<T>(): void {}
function f1(): void {} // Error -> Duplicate function
```

### 33.2 Параметры типа - extends (generic constraints)

Помимо того, что параметры типа можно указывать в качестве конкретного типа данных, они также могут расширять другие типы данных, в том числе и другие параметры типа. Такой механизм требуется, когда значения внутри обобщенного типа должны обладать ограниченным набором признаков.

Ключевое слово **extends** размещается левее расширяемого типа и правее идентификатора параметра типа **<T extends Type>**. В качестве расширяемого типа может быть указан как конкретный тип данных, так и другой параметр типа. При чем в случае, когда один параметр типа расширяет другой, нет разницы в каком порядке они объявляются. Если параметр типа ограничен другим параметром типа, то такое ограничение называют *неприкрытым ограничением типа* (naked type constraint),

```
class T1 <T extends number> {}
class T2 <T extends number, U extends T> {} // неприкрытое ограничение типа
class T3 <U extends T, T extends number> {}
```

Механизм расширения требуется в тех случаях, при которых параметр типа должен обладать некоторыми характеристиками, требующимися для выполнения каких-либо операций над этим типом.

Для примера рассмотрим случай, когда в коллекции `T` (`Collection<T>`) объявлен метод получения элемента по имени (`getItemByName`).

```
class Collection<T> {
    private itemAll: T[] = [];

    public add(item: T): void {
        this.itemAll.push(item);
    }

    public getItemByName(name: string): T {
        return this.itemAll.find(item => item.name === name); // Error -> Property
        'name' does not exist on type 'T'
    }
}
```

При операции поиска в массиве возникнет ошибка. Ошибка возникнет потому, что в типе `T` не описано свойство `name`.

Для того чтобы ошибка исчезла, тип `T` должен расширить тип, в котором описано свойство `name`. В таком случае предпочтительней будет вариант объявления интерфейса `IName` с последующим его расширением.

```
interface IName {
    name: string;
}

class Collection<T extends IName> {
    private itemAll: T[] = [];

    public add(item: T): void {
        this.itemAll.push(item);
    }

    public getItemByName(name: string): T {
        return this.itemAll.find(item => item.name === name); // Ok
    }
}

abstract class Animal {
    constructor(readonly name: string) {}
}
```



```

class Bird extends Animal {}
class Fish extends Animal {}

let birdCollection: Collection<Bird> = new Collection();
birdCollection.add(new Bird('raven'));
birdCollection.add(new Bird('owl'));

let raven: Bird = birdCollection.getItemByName('raven'); // Ok

let fishCollection: Collection<Fish> = new Collection();
fishCollection.add(new Fish('shark'));
fishCollection.add(new Fish('barracuda'));

let shark: Fish = fishCollection.getItemByName('shark'); // Ok

```

Пример, когда параметр типа расширяет другой параметр типа, будет рассмотрен немного позднее.

Также не лишним будет заметить, что когда параметр типа расширяет другой тип, то в качестве аргумента типа можно будет передать только совместимый с ним тип.

```

interface Bird { fly(): void; }
interface Fish { swim(): void; }

interface IEgg<T extends Bird> { child: T; }

let v1: IEgg<Bird>; // Ok
let v2: IEgg<Fish>; // Error -> Type 'Fish' does not satisfy the constraint 'Bird'

```

Кроме того, расширять можно любые предназначенные для расширения типы, полученные любым доступным путем.

```

interface IAnimal {
    name: string;
    age: number;
}

let animal: IAnimal;

class Bird<T extends typeof animal> {} // T extends IAnimal
class Fish<K extends keyof IAnimal> {} // K extends "name" | "age"
class Insect<V extends IAnimal[K], K extends keyof IAnimal> {} // V extends string | number
class Reptile<T extends number | string, U extends number & string> {}

```

### 33.3 Параметра типа - значение по умолчанию = (generic parameter defaults)

В *TypeScript* существует возможность указывать значение по умолчанию в объявлении обобщенного типа.

Значение по умолчанию указывается с помощью оператора равно `=`, слева от которого располагается параметр типа, а справа конкретный тип, либо другой параметр типа `T = Type`. Параметры, которым заданы значения по умолчанию, являются необязательными параметрами. Необязательные параметры типа должны быть перечислены строго после обязательных. Если параметр типа указывается в качестве типа по умолчанию, то ему самому должно быть задано значение по умолчанию, либо он должен расширять другой тип.

```
class T1<T = string> {} // Ok
class T2<T = U, U> {} // Error -> необязательное перед обязательным
class T3<T = U, U = number> {} // Ok

class T4<T = U, U extends number> {} // Error -> необязательное перед обязательным
class T5<U extends number, T = U> {} // Ok.
```

Кроме того, можно указывать значение по умолчанию для типа, расширяющего другой тип. В этом случае оператор равно `=` указывается после расширяемого типа.

```
class T1 <T extends T2 = T3> {}
```

В момент, когда тип `T` расширяет другой тип, он получает признаки этого типа. Именно поэтому для параметра типа, расширяющего другой тип, в качестве типа по умолчанию можно указывать только совместимый с ним тип.

Чтобы было проще понять, нужно представить два класса, один из которых расширяет другой. В этом случае переменной с типом суперкласса можно в качестве значения присвоить объект его подкласса, но — не наоборот.

```
class Animal {
    public name: string;
}

class Bird extends Animal {
    public fly(): void {}
}

let bird: Animal = new Bird(); // Ok
let animal: Bird = new Animal(); // Error
```

Тот же самый механизм используется для параметров типа.

```

class Animal {
    public name: string;
}

class Bird extends Animal {
    public fly(): void {}
}

class T1 <T extends Animal = Bird> {} // Ok
// -----(   Animal   ) = Bird

class T2 <T extends Bird = Animal> {} // Error
// -----(   Bird    ) = Animal

```

Важным моментом является понимание того, как вывод типов обрабатывает значение по умолчанию. Но чтобы не запутаться, нужно разграничить поведение типа `T` на внешнее (обозначим его как *outside behavior*), и внутреннее (*inside behavior*). Внешнее поведение обуславливается операциями, которые можно производить над значениями снаружи обобщенного типа. Соответственно, внутренним поведением обуславливаются операции, которые можно производить внутри обобщенного типа, то есть в области видимости параметров типа. В данном контексте слово "поведение" нужно понимать как "к какому типу данных вывод типов установит принадлежность для значения, чей тип указан с помощью параметра типа `T`". Но обо всем по порядку.

Как известно на данный момент, с точки зрения внешнего поведения обобщенный класс `GenericType<T>`, экземпляр которого был ассоциирован с конструкцией без явного аннотирования типа, будет расцениваться выводом типа, как `GenericType<unknown>`.

```

// outside behavior

class Animal {
    name: string = 'animal';
}

class CustomArray<T> extends Array<T> {}

let animalArray = new CustomArray(); // let CustomArray: CustomArray<unknown>
let animal = animalArray[0]; // let animal: unknown
animal.name // Error, Object is of type 'unknown'

```

Установив для типа `T` значение по умолчанию, с точки зрения внешнего поведения, вывод типов будет расценивать тип `T` как тип, наделенный некоторыми характеристиками. Другими словами, вывод типов будет считать тип `T` принадлежащим к типу, указанному по умолчанию.

```

// outside behavior

```

```

class Animal {
    name: string = 'animal';
}

class CustomArray<T = Animal> extends Array<T> {}

let animalArray = new CustomArray(); // let animalArray: CustomArray<Animal>
let animal = animalArray[0]; // let animal: Animal
animal.name // Ok

```

При этом значение по умолчанию можно переопределить.

```

// outside behavior

class Animal {
    name: string = 'animal';
}

class Car {
    type: string = 'car';
}

class CustomArray<T = Animal> extends Array<T> {}

let animalArray = new CustomArray(); // let animalArray: CustomArray<Animal>
let animal = animalArray[0]; // let animal: Animal
animal.name // Ok

let carArray = new CustomArray<Car>(); // let carArray: CustomArray<Car>
let car = carArray[0]; // let car: Car
car.type // Ok

```

Кроме того, обобщенный тип, которому задано значение по умолчанию, можно указать в аннотации без явного указания параметра типа.

```

// outside behavior

class A<T> {}
class B<T = number> {}

let a: A = new A(); // Error
let b: B = new B(); // Ok, let b: B<number>

```

В случае с внутренним поведением главное не забывать, что поведение для значения по умолчанию не имеет ничего общего с поведением, возникающим при использовании механизма

ограничения параметров типа с помощью ключевого слова `extends`. При использовании механизма ограничения, параметр типа в области его видения расценивается как тип, наделенный характеристиками типов, указанных после ключевого слова `extends`. Тем не менее параметр типа, которому указано лишь значение по умолчанию, в области видимости расценивается как параметр типа, которому вообще ничего не задано, то есть как тип `T`.

```
// inside behavior
```

```
class A<T extends string> {
    method(p: T) {
        p.toLocaleLowerCase(); // Ok
    }
}

class B<T = string> {
    method(p: T) {
        p.toLocaleLowerCase(); // Error, Property 'toLocaleLowerCase' does not exist on
type 'T'.
    }
}
```

Несмотря на то, что значения по умолчанию указываются в объявлении параметров типа, предназначаются они для аргументов типа. Простыми словами, с помощью оператора равно `=` указывается значение по умолчанию для аргументов типа, а не для параметров типа.

### 33.4 Параметры типа - как тип данных

Параметры типа, указанные в угловых скобках при объявлении обобщенного типа, изначально не принадлежат ни к одному типу данных. Несмотря на это, компилятор расценивает параметры типа, как совместимые с некоторыми типами данных.

Так, например, в обычном режиме, параметры типа считаются совместимыми с такими типами, как `Any`, `Null`, `Undefined`, `Never` и с самим собой. Активная опция компилятора `--strictNullChecks` выбивает из этого списка типы `Null` и `Undefined`.

```
function f0<T>(p: any): T { // Ok, any совместим с T
    return p;
}

function f1<T>(p: null): T { // Ok, null при неактивном флаге --strictNullChecks
совместим с T
    return p;
}

function f2<T>(p: undefined): T { // Ok, undefined при неактивном флаге --
strictNullChecks совместим с T
    return p;
}
```

```
function f3<T>(p: never): T { // Ok, never совместим с T
    return p;
}

function f4<T>(p: T): T { // Ok, T совместим с T
    return p;
}
```

Если обобщенная коллекция, в качестве аргумента типа, получает тип данных объединение (`Union`), то все её элементы будут принадлежать к типу объединения. Простыми словами, элемент из такой коллекции не будет, без явного преобразования, совместим ни с одним из вариантов, составляющих тип объединение.

```
interface IName { name: string; }

interface IAnimal extends IName {}

abstract class Animal implements IAnimal {
    constructor(readonly name: string) {}
}

class Bird extends Animal {
    public fly(): void {}
}

class Fish extends Animal {
    public swim(): void {}
}

class Collection<T extends IName> {
    private itemAll: T[] = [];

    public add(item: T): void {
        this.itemAll.push(item);
    }

    public getItemByName(name: string): T {
        return this.itemAll.find(item => item.name === name); // Ok
    }
}

let collection: Collection<Bird | Fish> = new Collection();
collection.add(new Bird('bird'));
collection.add(new Fish('fish'));

var bird: Bird = collection.getItemByName('bird'); // Error -> Type 'Bird | Fish' is
```

```
not assignable to type 'Bird'
var bird: Bird = collection.getItemByName('bird') as Bird; // Ok
```

Но операцию приведения типов можно поместить (сокрыть) прямо в метод самой коллекции и тем самым упростить её использование. Для этого метод должен быть обобщенным, а его параметр типа, указанный в качестве возвращаемого из функции типа, расширять параметр типа самой коллекции.

```
// ...

class Collection<T extends IName> {
    private itemAll: T[] = [];

    public add(item: T): void {
        this.itemAll.push(item);
    }

    // 1. параметр типа U должен расширять параметр типа T
    // 2. возвращаемый тип указан как U
    // 3. возвращаемое значение нуждается в явном преобразовании к типу U
    public getItemByName<U extends T>(name: string): U {
        return this.itemAll.find(item => item.name === name) as U; // Ok
    }
}

let collection: Collection<Bird | Fish> = new Collection();
collection.add(new Bird('bird'));
collection.add(new Fish('fish'));

var bird: Bird = collection.getItemByName('bird'); // Ok
var birdOrFish = collection.getItemByName('bird'); // Bad, var birdOrFish: Bird | Fish
var bird = collection.getItemByName<Bird>('bird'); // Ok, var bird: Bird
```

Соккрытие приведения типов прямо в методе коллекции повысило “привлекательность” кода. Но, все же, в случаях, когда элемент коллекции присваивается конструкции без явной аннотации типа, появляется потребность вызывать обобщенный метод с аргументами типа.

Кроме того, нужно не забывать, что два разных объявления параметров типа несовместимы, даже если у них идентичные идентификаторы.

```
class Identifier<T> {
    array: T[] = [];

    method<T>(param: T): void {
        this.array.push(param); // Error, T объявленный в сигнатуре функции не
совместим с типом T объявленным в сигнатуре класса
    }
}
```

```
}  
}
```

## 34 Типы - Tagged Union

### 34.1 Размеченные Объединения (Tagged Union)

Тип `Tagged Union` (размеченное объединение), ещё известный как `Discriminated Unions`, так же как и тип `Union` (объединение), представляет собой множество типов данных, значение которого может принадлежать к одному конкретному типу. Размеченные объединения указываются с помощью оператора прямой черты `|`, по обе стороны которой располагаются типы данных.

```
let v1: T1 | T2 | T3;
```

Из-за того, что все описанное ранее для типа `Union` (глава [Типы - Union, Intersection](#)) идентично и для `Tagged Union`, будет более разумно не повторяться, а сделать упор на различия. Но так как полное погружение, которое сможет приоткрыть завесу тайны `Tagged Union`, выходит за рамки темы, или, точнее, будет преждевременным, остается лишь описать детали, к которым рекомендуется вернуться, как только наступит время. Итак...

Несмотря на то, что `Tagged Union` в большей степени идентичен типу `Union`, все же существует два отличия. Первое отличие заключается в том, что к типу `Tagged Union` могут принадлежать только ссылочные типы данных. Второе отличие в том, что каждому объектному типу, которые ещё называют варианты, составляющему `Tagged Union`, указывается идентификатор варианта.

Помните ли вы что компилятор без помощи разработчика способен работать лишь с общими для всех типов признаками?

```
class Bird {  
    fly(): void {}  
  
    toString(): string {  
        return 'bird';  
    }  
}
```

```
class Fish {  
    swim(): void {}  
  
    toString(): string {  
        return 'fish';  
    }  
}  
  
class Insect {
```



```

    crawl(): void {}

    toString(): string {
        return 'insect';
    }
}

function move(animal: Bird | Fish | Insect): void {
    animal.fly(); // Error
    animal.swim(); // Error
    animal.crawl(); // Error

    animal.toString(); // Ok
}

```

Так вот, чтобы компилятор смог работать с членами, характерными для конкретных типов, одним из способов является указание ему конкретного диапазона типов с помощью идентификатора варианта.

```

class Bird {
    type: 'bird' = 'bird';

    fly(): void {}

    toString(): string {
        return 'bird';
    }
}

class Fish {
    type: 'fish' = 'fish';

    swim(): void {}

    toString(): string {
        return 'fish';
    }
}

class Insect {
    type: 'insect' = 'insect';

    crawl(): void {}

    toString(): string {
        return 'insect';
    }
}

```

```

}

function move(animal: Bird | Fish | Insect): void {
    if (animal.type === 'bird') {
        animal.fly(); // Ok
    } else if (animal.type === 'fish') {
        animal.swim(); // Ok
    } else {
        animal.crawl(); // Ok
    }

    animal.toString(); // Ok
}

```

Механизм, с помощью которого разработчик помогает выводу типов, называется "защитники типа", и будет рассмотрен позднее в одноимённой главе (глава [Типизация - Защитники типа](#)). А пока стоит сосредоточиться на самих идентификаторах вариантов.

Прежде всего стоит пояснить, что идентификаторы вариантов это обычные поля объекта, которые имеют одинаковые имена и которые обязательно должны присутствовать в каждом типе множества, составляющего **Tagged Union**. Помимо этого, поля обязательно должны принадлежать только к литеральным типам, таким как **Literal Number**, **Literal String**, **Literal Boolean**, **Literal Enum**. Кроме того, поля обязательно должны быть инициализированы при объявлении или в конструкторе. Но если быть до конца откровенным, то нет разницы, в каком месте и в какое время полю будет присвоено значение. Главное, чтобы оно было присвоено раньше, чем наступит момент использовать его в условии, на основе которого будет определяться его принадлежность к конкретному типу данных.

```

class Bird {
    type: 'bird' = 'bird';

    fly(): void {}
}

class Fish {
    type: 'fish' = 'fish';

    swim(): void {}
}

class Insect {
    type: 'insect';

    constructor(){
        this.type = 'insect';
    }

    crawl(): void {}
}

```

```
}
```

```
function move(animal: Bird | Fish | Insect): void {}
```

В случае, когда типы полей являются уникальными для всего множества, они идентифицируют только свой тип.

```
class Bird {  
    groupId: 0 = 0;  
  
    fly(): void {}  
}
```

```
class Fish {  
    groupId: 1 = 1;  
  
    swim(): void {}  
}
```

```
class Insect {  
    groupId: 2 = 2;  
  
    crawl(): void {}  
}
```

```
// groupId 0 === Bird  
// groupId 1 === Fish  
// groupId 2 === Insect
```

Тогда, когда тип поля не является уникальным, он идентифицирует множество типов, у которых совпадают типы одноимённых идентификаторов вариантов.

```
class Bird {  
    groupId: 0 = 0;  
  
    fly(): void {}  
}
```

```
class Fish {  
    groupId: 0 = 0;  
  
    swim(): void {}  
}
```

```
class Insect {  
    groupId: 1 = 1;
```

```
    crawl(): void {}  
}  
  
// groupID 0 === Bird | Fish  
// groupID 1 === Insect
```

Количество полей, которые служат идентификаторами вариантов, может быть любым.

```
enum AnimalTypes {  
    Bird = 'bird',  
    Fish = 'fish',  
    Insect = 'insect'  
}  
  
class Bird {  
    type: AnimalTypes.Bird = AnimalTypes.Bird;  
    uid: 0 = 0;  
    name: 'bird' = 'bird';  
  
    fly(): void {}  
}  
  
class Fish {  
    type: AnimalTypes.Fish = AnimalTypes.Fish;  
    uid: 1 = 1;  
    name: 'fish' = 'fish';  
  
    swim(): void {}  
}  
  
class Insect {  
    type: AnimalTypes.Insect = AnimalTypes.Insect;  
    uid: 2 = 2;  
    name: 'insect' = 'insect';  
  
    crawl(): void {}  
}  
  
// type AnimalTypes.Bird === Bird  
// type AnimalTypes.Fish === Fish  
// type AnimalTypes.Insect === Insect  
  
// uid 0 === Bird  
// uid 1 === Fish  
// uid 2 === Insect
```

```
// name 'bird' === Bird
// name 'fish' === Fish
// name 'insect' === Insect
```

Если по какой-либо причине разработчик забудет присвоить идентификатору вариантов значение, то для того, чтобы компиляция завершилась успехом, выводу типов достаточно литерального типа данных, указанного в качестве типа поля.

*Пример с неправильным исходным кодом*

```
class Bird {
  type: 'bird';
}

class Fish {
  type: 'fish';
}

function move(animal: Bird | Fish): void {
  if (animal.type === 'bird') { // эквивалентно undefined === 'bird'
    // ...
  } else if (animal.type === 'fish') { // эквивалентно undefined === 'fish'
    // ...
  }
}
```

Однако в скомпилированном коде от типов не останется и следа. Таким образом, в условие вместо значения будет находиться значение `undefined`, что сделает условия неверными.

*Пример с неправильным скомпилированным кодом*

```
class Bird {} // missing field type
class Fish {} // missing field type

function move(animal) {
  if (animal.type === 'bird') {
    // ...
  } else if (animal.type === 'fish') {
    // ...
  }
}
```

Поэтому очень важно не забыть присвоить значение идентификаторам вариантов, иначе может возникнуть трудно выявляемая ошибка.

*Пример с правильным исходным кодом*

```

class Bird {
    type: 'bird' = 'bird';
}

class Fish {
    type: 'fish' = 'fish';
}

function move(animal: Bird | Fish): void {
    if (animal.type === 'bird') { // эквивалентно 'bird' === 'bird'
        // ...
    } else if (animal.type === 'fish') { // эквивалентно 'fish' === 'fish'
        // ...
    }
}

```

*Пример с правильным скомпилированным кодом*

```

class Bird {
    type: 'bird' = 'bird';
}

class Fish {
    type: 'fish' = 'fish';
}

function move(animal: Bird | Fish): void {
    if (animal.type === 'bird') { // эквивалентно 'bird' === 'bird'
        // ...
    } else if (animal.type === 'fish') { // эквивалентно 'fish' === 'fish'
        // ...
    }
}

```

## 35 Типы - Импорт и экспорт только типа

### 35.1 Импорт и экспорт только типа

Механизм уточнения импорта и экспорта (`import\export`) выступает в качестве указаний компилятору что данную конструкцию следует воспринимать исключительно как тип. Форма уточняющего импорта и экспорта включает в себя ключевое слово `type` идущее следом за ключевым словом `import` либо `export`.

```
import type { Type } from './type';
export type { Type };
```

Уточнению могут подвергаться только конструкции расцениваемые исключительно как типы (`interface`, `type alias` и `class`).

```
// @file types.ts
```

```
export class ClassType {}
export interface IInterfaceType {}
export type AliasType = {};
```

```
// @file index.ts
```

```
import type { ClassType, IInterfaceType, AliasType } from './types';
export type { ClassType, IInterfaceType, AliasType };
```

Значения к которым можно отнести как экземпляры объектов, так и функции (`function expression` и `function declaration`) уточняются, как в отдельности так и в одной форме с типами, не могут.

```
// @file types.ts
```

```
export class ClassType {}
export interface IInterfaceType {}
export type AliasType = {};
```

```
export const o = {};
```

```
export const fe = () => {};
export function fd() {}
```

```
// @file index.ts
```

```
// import type { o, fe, fd } from './types'; // Error! Type-only import must reference
a type, but 'o' is a value.ts(1361)
// import type { o, fe, fd, ClassType, IInterfaceType, AliasType } from './types'; //
Error! Type-only import must reference a type, but 'o' is a value.ts(1361)
import { o, fe, fd } from './types'; // Ok!
```

```
// export type { o, fe, fd }; // Error! Type-only export must reference a type, but 'o'
is a value.ts(1361)
// export type { o, fe, fd, ClassType, IInterfaceType, AliasType } from './types'; //
```

```
Error! Type-only export must reference a type, but 'o' is a value.ts(1361)
export { o, fe, fd }; // Ok!
```

Кроме того, уточнённая форма импорта и экспорта не может одновременно содержать импорт\экспорт по умолчанию и не по умолчанию.

```
// @file types.ts

export default class DefaultExportType {}
export class ExportType {}

// @file index.ts

/**
 * Error!
 * All imports in import declaration are unused.ts(6192)
 * A type-only import can specify a default import or named bindings, but not
both.ts(1363)
 */
import type DefaultType, { ExportType } from './types';
```

Будет не лишним оговорить, что классы экспортированные как уточнённые, не могут участвовать в механизме наследования.

```
// @file Base.ts

export class Base {}

// @file index.ts

import type { Base } from './Base';

class Derivied extends Base {}; // 'Base' only refers to a type, but is being used as a
value here.ts(2693)
```

В дополнение механизму уточнения формы импорта\экспорта был добавлен флаг `--importsNotUsedAsValues` ожидаемый одно из трех значений. Но прежде чем познакомится с каждым, предлагаю поглубже погрузится в природу возникновения необходимости в данном механизме.

Большинство разработчиков используя в повседневной работе механизм импорта\экспорта даже не подозревают что с ним связано немало различных трудностей, которые возникают из-за механизмов призванных оптимизировать код. Но для начала рассмотрим несколько простых вводных примеров.



Представьте ситуацию, при которой один модуль импортирует необходимый ему тип представленный конструкцией `interface`.

```
// @file IPerson.ts

export interface IPerson {
  name: string;
}

// @file action.ts

import { IPerson } from './IPerson';

function action(person: IPerson) {
  // ...
}
```

Поскольку интерфейс является конструкцией присущей исключительно *TypeScript*, то не удивительно что после компиляции от неё не останется и следа.

```
// после компиляции @file action.js

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

Теперь представьте что один модуль импортирует конструкцию представленную классом, который задействован в логике уже знакомой нам функции `action()`.

```
// @file IPerson.ts

export interface IPerson {
  name: string;
}

export class Person {
  constructor(readonly name: string) {}

  toString() {
    return `[person ${this.name}]`;
  }
}
```

```
// @file action.ts
```

```
import { IPerson } from './IPerson';  
import { Person } from './Person';  
  
function action(person:IPerson) {  
    new Person(person);  
}
```

```
// после компиляции @file action.js
```

```
import { Person } from './Person';  
  
function action(person) {  
    new Person(person);  
}
```

В этом случае класс `Person` был включён в скомпилированный файл поскольку необходим для правильного выполнения программы.

А теперь представьте ситуацию когда класс `Person` задействован в том же модуле `action.ts`, но исключительно в качестве типа. Другими словами он не задействован в логике работы модуля.

```
// @file Person.ts
```

```
export class Person {  
    constructor(readonly name:string) {}  
  
    toString() {  
        return `[person ${this.name}]`;  
    }  
}
```

```
// @file action.ts
```

```
import { Person } from './Person';  
  
function action(person: Person) {  
    //...  
}
```

Подумайте, что должна включать в себя итоговая сборка? Если вы выбрали вариант идентичный первому, то вы совершенно правы! Поскольку класс `Person` используется в качестве типа то нет смысла включать его в результирующий файл.

```
// после компиляции @file action.js
```

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

Подобное поведение кажется логичным и возможно благодаря механизму называемому *import elision*. Этот механизм определяет что конструкции которые теоретически могут быть включены в скомпилированный модуль требуются ему исключительно в качестве типа. И как уже можно было догадаться именно с этим механизмом и связанны моменты мешающие оптимизации кода. Тут-то и вступает в дело механизм уточнения формы импорта\экспорта.

Механизм уточнения способен разрешить возникающие перед *import-elision* трудности при ре-экспорте модулей предотвращению которых способствует установленный в значение `true` флаг `--isolatedModules`.

```
// @file module.ts
```

```
export interface IActionParams {}  
export function action(params: IActionParams) {}
```

```
// @file re-export.ts
```

```
import { IActionParams, action } from './module';
```

```
/**
```

```
 * [Error! ts <3.8] > Cannot re-export a type when the '--isolatedModules' flag is  
provided.ts(1205)
```

```
 *
```

```
 * [Error! ts >=3.8] > Re-exporting a type when the '--isolatedModules' flag is  
provided requires using 'export type'.ts(1205)
```

```
 */
```

```
export { IActionParams, action };
```

Поскольку компиляторы как TypeScript, так и Babel неспособны определить является ли конструкция `IActionParams` допустимой для JavaScript в контексте файла, существует вероятность возникновения ошибки. Простыми словами, механизмы обоих компиляторов не знают нужно ли удалять следы связанные с `IActionParams` из скомпилированного js-кода или нет. Именно поэтому был добавлен флаг `--isolatedModules` который предупреждает об опасной ситуации.

Рассмотренный выше случай можно разрешить с помощью явного уточнения формы импорта\экспорта.

```
// @file re-export.ts

import { IActionParams, action } from './module';

/**
 * Явно указываем что IActionParams это тип.
 */
export type { IActionParams };
export { action };
```

Специально введенный и ранее упомянутый флаг `--importsNotUsedAsValues`, как уже было сказано, ожидает одно из трех возможных на данный момент значений - `remove`, `preserve` или `error`.

Значение `remove` активирует, или другими словами, оставляет поведение реализуемое до версии `3.8`. Значения `preserve` способно разрешить проблему возникающую при экспорте так называемых сайд-эффектов.

```
// @file module-with-side-effects.ts

function incrementVisitCounterLocalStorage() {
    // увеличиваем счетчик посещаемости в localStorage
}

export interface IDataFromModuleWithSideEffects {};

incrementVisitCounterLocalStorage(); // ожидается что вызов произойдет в момент
подключения модуля

// @file index.ts

import { IDataFromModuleWithSideEffects } from './module';

let data: IDataFromModuleWithSideEffects = {};
```

Несмотря на то что модуль `module-with-side-effects.ts` задействован в коде, его содержимое не будет включено в скомпилированную программу, поскольку компилятор исключает импорты конструкций не участвующих в её логике. Таким образом функция `incrementVisitCounterLocalStorage()` никогда не будет вызвана, а значит программа не будет работать корректно!

В итоге программе ничего не известно о модуле `module-with-side-effects.ts`

```
// после компиляции @file index.js
```

```
let data = {};
```

Решение проблемы в ситуации описанной выше заключается в повторном указании импорта всего модуля. Но не всем такое решение кажется очевидным.

```
import {IDataFromModuleWithSideEffects} from './module-with-side-effects';  
import './module-with-side-effects'; // импорт всего модуля
```

```
let data:IDataFromModuleWithSideEffects = {};
```

Теперь программа выполнится так как и ожидалось. То есть модуль module-with-side-effects.ts включен в её состав.

```
// после компиляции @file index.js
```

```
import './module-with-side-effects.js';
```

```
let data = {};
```

Поэтому прежде всего начиная с версии **3.8** сама **IDE** укажет на возможность уточнения импорта исключительно типов, что в свою очередь должно подтолкнуть на размышление об удалении импорта при компиляции.

```
import { IDataFromModuleWithSideEffects } from './module-with-side-effects'; // This  
import may be converted to a type-only import.ts(1372)
```

Кроме того флаг **preserve** в отсутствие уточнения поможет избавиться от повторного указания импорта. Простыми словами значение **preserve** указывает компилятору импортировать все модули полностью.

```
// @file module-with-side-effects.ts
```

```
function incrementVisitCounterLocalStorage() {  
    // увеличиваем счетчик посещаемости в localStorage  
}
```

```
export interface IDataFromModuleWithSideEffects {};
```

```
incrementVisitCounterLocalStorage();
```

```
// @file module-without-side-effects.ts
```

```
export interface IDataFromModuleWithoutSideEffects {};
```

```
// @file index.ts
```

```
// Без уточнения
```

```
import { IDataFromModuleWithSideEffects } from './module-with-side-effects';
```

```
import { IDataFromModuleWithoutSideEffects } from './module-without-side-effects';
```

```
let dataFromModuleWithSideEffects: IDataFromModuleWithSideEffects = {};
```

```
let dataFromModuleWithoutSideEffects: IDataFromModuleWithoutSideEffects = {};
```

Несмотря на то что импортировались исключительно конструкции-типы, модули были импортированы полностью:

```
// после компиляции @file index.js
```

```
import './module-with-side-effects';
```

```
import './module-without-side-effects';
```

```
let dataFromModuleWithSideEffects = {};
```

```
let dataFromModuleWithoutSideEffects = {};
```

В случае уточнения поведение при компиляции останется прежнем. То есть в импорты в скомпилированный файл включены не будут.

```
// @file index.ts
```

```
// С уточнением
```

```
import type { IDataFromModuleWithSideEffects } from './module-with-side-effects';
```

```
import type { IDataFromModuleWithoutSideEffects } from './module-without-side-effects';
```

```
let dataFromModuleWithSideEffects: IDataFromModuleWithSideEffects = {};
```

```
let dataFromModuleWithoutSideEffects: IDataFromModuleWithoutSideEffects = {};
```

Импорты модулей будут отсутствовать.

```
// после компиляции @file index.js
```

```
let dataFromModuleWithSideEffects = {};
```

```
let dataFromModuleWithoutSideEffects = {};
```

Если же флагу `--importsNotUsedAsValues` задано значение `error`, то при импортировании типов без явного уточнения будет считаться ошибочным поведением.

```
// @file index.ts

/**
 *
 * [0][1] Error > This import is never used as a value and must use 'import type'
 * because the 'importsNotUsedAsValues' is set to 'error'.ts(1371)
 */

import {IDataFromModuleWithSideEffects} from './module-with-side-effects';
import {IDataFromModuleWithoutSideEffects} from './module-without-side-effects';

let dataFromModuleWithSideEffects: IDataFromModuleWithSideEffects = {};
let dataFromModuleWithoutSideEffects: IDataFromModuleWithoutSideEffects = {};
```

Скомпилированный код выше после устранения ошибок, то есть после уточнения, включать в себя импорты не будет.

В заключение стоит заметить что теоретически, уточнение такой конструкции как класс, способно ускорить компиляцию, поскольку это избавляет компилятор от ненужных проверок на вовлечении его в логику работы модуля. Кроме того, уточнение формы импорта\экспорта, это ещё один способ сделать код более информативным.

## 36 Типизация - Утверждение типов

### 36.1 Утверждение Типов (Type Assertion)

При разработке приложений на языках со статической типизацией, время от времени возникают нестыковки из-за несоответствия типов. Простыми словами, приходится работать с объектом, принадлежащим к известному типу, но ограниченному более специализированным интерфейсом.

В *TypeScript* большинство операций с несоответствием типов приходится на работу с *DOM* (Document Object Model).

В качестве примера, можно рассмотреть работу с таким часто используемым методом, как `querySelector`. Но для начала вспомним, что в основе составляющих иерархию DOM-дерева объектов лежит базовый тип `Node`, наделенный минимальными признаками, необходимыми для построения коллекции. Базовый тип `Node` расширяет в том числе и тип `Element`, который является базовым для всех элементов DOM-дерева и обладает знакомыми всем признаками, необходимыми для работы с элементами DOM, такими как атрибуты (`attributes`), список классов (`classList`), размеры клиента (`client*`) и другими. Элементы DOM-дерева можно разделить на те, что не отображаются (унаследованные от `Element`, как, например `script`, `link`) и те, что отображаются (например, `div`, `body`). Последние имеют в своей иерархии наследования тип `HTMLElement`, который расширяет тип `Element` и имеет все признаки, как, например, координаты и стили, а также свойства `dataset` и `hidden`, которые необходимы для отображаемых объектов.

Возвращаясь к методу `querySelector`, стоит уточнить, что результатом его вызова может стать любой элемент, находящийся в DOM-дереве. Если бы в качестве типа возвращаемого значения был указан тип `HTMLElement`, то операция получения элемента `<script>` или `<link>` завершилась бы неудачей, так как они не принадлежат к этому типу. Именно поэтому методу `querySelector` в качестве типа возвращаемого значения указан более базовый тип `Element`.

```
// <canvas id="stage" data-unactive="false"></canvas>
```

```
const element: Element = document.querySelector('#stage');
const stage: HTMLElement = element // Error, Element is not assignable to type
HTMLElement
```

Но при попытке обратиться к свойству `dataset` объекта, полученного с помощью `querySelector`, возникнет ошибка, так как у типа `Element` отсутствует свойство `dataset`.

Но факт, что разработчику известен тип, к которому принадлежит объект по конкретному селектору, дает основания попросить компилятор пересмотреть свое отношение к типу конкретного объекта.

Попросить дословно означает то, что мы можем лишь указать компилятору пересмотреть отношение к типу. Но решение разрешить операцию или нет, все равно остается за ним. В тех случаях, когда тип объекта несовместим с типом, с которым он должен быть совместим, компилятор уведомит о своем отказе.

Выражаясь человеческим языком, в *TypeScript* процесс, который вынуждает компилятор пересмотреть свое отношение к типу данных, называется *утверждением типа* (`Type Assertion`).

Утверждение типа похоже на *преобразование* (приведение) типов (type conversion, typecasting), за исключением того, что от них не остается и следа в скомпилированном коде, а внутренний механизм различен. Именно поэтому они и называются утверждения.

Утверждая тип, разработчик говорит компилятору — “поверь мне, я знаю, что делаю” (*Trust me, I know what I'm doing*).

Нельзя не уточнить, что, хотя в *TypeScript* и существует термин утверждение типа, по ходу изложения в качестве синонимов будут употребляться слова преобразование, реже — приведение. А так же, не будет лишним напомнить, что приведение — это процесс в котором объект одного типа преобразуется в объект другого типа.

Утверждение типа имеет две формы. Первый способ заключается в указании принадлежности к типу с помощью угловых скобок `<Type>`. Второй — с помощью оператора `as`.

## 36.2 Утверждение в сигнатуре (Signature Assertion)

Помимо функций реализующих механизм *утверждения типа* в *TypeScript* существует механизм *утверждения в сигнатуре* позволяющий определять утверждающие функции, вызов которых в случае отрицательного значения приводит к выбрасыванию исключения.

Для того чтобы объявить утверждающую функцию, в её сигнатуре (там где располагается возвращаемое значение) следует указать ключевое слово `asserts`, а затем, параметр принимаемого на вход условия.



```
function identifier(condition: any): asserts condition {
    if (!condition) {
        throw new Error('');
    }
}
```

Ключевой особенностью утверждения в сигнатуре является то, что в качестве аргумента утверждающая функция ожидает выражение определяющие принадлежность к конкретному типу с помощью любого предназначенного для этого механизма (`typeof`, `instanceof` и даже с помощью механизма утверждения типов реализуемого самим TypeScript).

Если принадлежность значения к указанному типу подтверждается, то далее по коду компилятор будет рассматривать его в роли этого типа. Иначе выбрасывается исключение.

// утверждение в сигнатуре

```
function isStringAssert(condition: any): asserts condition {
    if (!condition) {
        throw new Error('');
    }
}
```

// утверждение типа

```
function isString(value: any): value is string {
    return typeof value === 'string';
}
```

```
const testScope = (text: any) => {
    text.toUpperCase(); // до утверждения расценивается как тип any..

    isStringAssert(text instanceof String); // выражение с оператором instanceof
    isStringAssert(typeof text === 'string'); // выражение с оператором typeof
    isStringAssert(isString(text)); // механизм "утверждения типа"

    text.toUpperCase(); // ..после утверждения как тип string
}
```

При использовании механизма *утверждения в сигнатуре* с механизмом *утверждения типа*, условие из вызова утверждающей функции можно перенести в её тело.

```
function isStringAsserts(value: any): asserts value is string {
    if (typeof value !== "string") {
        throw new Error('');
    }
}

const testScope= (text: any) => {
```

```

text.touppercase(); // не является ошибкой, потому что тип - any

isStringAsserts(text); // условие определено внутри утверждающей функции

text.touppercase(); // теперь ошибка, потому что тип утверждён как string
}

```

Стоит обратить внимания на то, что механизм утверждения типа не будет работать в случае переноса условного выражения в тело утверждающей функции, сигнатура которой, лишена утверждения типов и содержит исключительно утверждения в сигнатуре.

```

function isStringAsserts(value: any): asserts value /** is string */ {
    if (typeof value !== "string") {
        throw new Error(``);
    }
}

const testScope=(text:any)=>{
    text.touppercase(); // не является ошибкой, потому что тип - any

    isStringAsserts(text); // условие определено в утверждающей функции

    text.touppercase(); // нет ошибки, потому что утверждение типов не работает
}

```

### 36.3 Утверждение Типа синтаксис

<Type> синтаксис" class="subchapter">

Еще одним из способов указать компилятору на принадлежность значения к заданному типу, является механизм утверждения типа при помощи угловых скобок `<ConcreteType>` заключающих в себе конкретный тип, к которому и будет выполняться преобразование. Утверждение типа располагается строго перед выражением, результатом выполнения которого будет преобразуемый тип.

<ToType>FromType

Перепишем предыдущий код и исправим в нем ошибку, связанную с несоответствием типов.

```

// <canvas id="stage" data-unactive="false"></canvas>

const element: Element = document.querySelector('#stage');

const stage: HTMLElement = <HTMLElement>element // Ok
stage.dataset.unactive = 'true';

```

Если тип данных, к которому разработчик просит преобразовать компилятор, не совместим с преобразуемым типом, то в процессе утверждения возникнет ошибка.

```
class Bird {
    public fly(): void {}
}

class Fish {
    public swim(): void {}
}

let bird: Bird = new Bird();
let fish: Fish = <Fish>bird; // Ошибка, 'Bird' не может быть преобразован в 'Fish'
```

Кроме того, существуют ситуации, когда возникает необходимость множественного последовательного преобразования. Ярким примером являются числовые\логические значения полученные от *DOM* элементов, которые по факту принадлежат к строковому типу.

```
// <div id="#container"></div>

let element = document.querySelector('#container') as HTMLElement;
let { width, height } = element.style;
let area: number = width * height; // ошибка -> width и height типа 'string'
```

Дело в том, что в *TypeScript* невозможно привести тип `string` к типу `number`.

```
// <div id="#container"></div>

let element = document.querySelector('#container') as HTMLElement;
let { width: widthString, height: heightString } = element.style;

let width: number = <number>widthString; // Ошибка -> тип 'string' не может быть
преобразован в 'number'
let height: number = <number>heightString; // Ошибка -> тип 'string' не может быть
преобразован в 'number'
```

Но осуществить задуманное можно, преобразовав тип `string` сначала в тип `any`, а затем — в тип `number`.

```
// <div id="#container"></div>

let element = document.querySelector('#container') as HTMLElement;
let { width: widthString, height: heightString } = element.style;
```

```
let width: number = <number><any>widthString; // Ok
let height: number = <number><any>heightString; // Ok

let area: number = width * height; // Ok
```

Стоит также заметить, что данный способ утверждения типа, кроме синтаксиса, больше ничем не отличается от указания с помощью оператора `as`.

## 36.4 Утверждение Типа с помощью оператора `as`

В отличие от синтаксиса угловых скобок, которые указываются перед преобразуемым типом, оператор `as` указывается после преобразуемого типа и до типа, к которому требуется преобразовать.

FromType `as` ToType

Для демонстрации оператора `as` рассмотрим ещё один часто встречающийся случай, который требует утверждения типов.

Обычное дело: при помощи метода `querySelector` получить объект, принадлежащий к типу `HTMLElement`, и подписать его на событие `click`. Задача заключается в том, что при возникновении события, нужно изменить значение поля `dataset`, объявленного в типе `HTMLElement`. Было бы нерационально снова получать ссылку на объект при помощи метода `querySelector`, ведь нужный объект хранится в свойстве события `target`. Но дело в том, что свойство `target` имеет тип `EventTarget`, который не находится в иерархической зависимости с типом `HTMLElement`, который содержит нужный атрибут `dataset`.

```
// <span id="counter"></span>
```

```
let element = document.querySelector('#counter') as HTMLElement;
element.dataset.count = (0).toString();

element.addEventListener('click', ({target}) => {
    let count: number = target.dataset.count; // Error -> Property 'dataset' does not
    exist on type 'EventTarget'
});
```

Но эту проблему легко решить с помощью оператора утверждения типа `as`. Кроме того, с помощью этого же оператора можно привести тип `string`, к которому принадлежат все свойства, находящиеся в `dataset`, к типу `any`, а уже затем к типу `number`.

```
let element = document.querySelector('#counter') as HTMLElement;
element.dataset.count = (0).toString();

element.addEventListener('click', ({ target }) => {
```

```

let element = target as HTMLElement;
let count: number = element.dataset.count as any as number;

element.dataset.count = (++count).toString();
});

```

В случае несовместимости типов, в результате операции утверждения возникнет ошибка.

```

class Bird {
    public fly(): void {}
}

class Fish {
    public swim(): void {}
}

let bird: Bird = new Bird();
let fish: Fish = bird as Fish; // Ошибка, 'Bird' не может быть преобразован в 'Fish'

```

Ещё одна острая необходимость требующая утверждения типа возникает тогда, когда разработчику приходится работать с объектом, ссылка на который ограничена более общим типом, как, например, `any`.

Тот факт, что над значением принадлежащему к типу `any` разрешено выполнение любых операций, говорит только о том, что компилятор эти операции не проверяет. Другими словами, разработчик, указывая тип `any`, усложняет процесс разработки, мешая компилятору проводить статический анализ кода, а также лишает себя помощи со стороны редактора кода.

В случаях, когда разработчику известно, к какому типу принадлежит значение, можно попросить компилятор изменить мнение о принадлежности значения к его типу с помощью механизма утверждения типов.

```

class DataProvider {
    constructor(readonly data: any) {}
}

let provider: DataProvider = new DataProvider('text');

var charAll: string[] = provider.data.split(''); // Ок
var charAll: string[] = provider.data.sPlIt(''); // Ошибка во время выполнения программы
var charAll: string[] = (provider.data as string).split(''); // Ок

let dataString: string = provider.data as string;
var charAll: string[] = dataString.split(''); // Ок

```

Напоследок, стоит сказать что выражения требующие указание типа при работе с *DOM API* — это неизбежность. Кроме того, для работы с методом `document.querySelector`, который был использован в примерах к этой главе, вместо приведения типов с помощью операторов `<Type>` или `as` предпочтительней использовать такой механизм, как обобщения, которые рассматриваются в главе **Типы - Обобщения (Generics)**. Но в случае, если утверждение требуется для кода, написанного самим разработчиком, то, скорее всего, это является следствием плохо продуманной архитектуры.

## 36.5 Приведение (утверждение) к константе (const assertion)

Ни для кого не секрет, что с точки зрения *JavaScript*, а следовательно и *TypeScript*, все примитивные литеральные значения являются константными значениями. С точки зрения среды исполнения два эквивалентных литерала любого литерального типа являются единым значением. То есть, среда исполнения расценивает два строковых литерала `'text'` и `'text'` как один литерал. Тоже самое справедливо и для остальных литералов, к которым помимо типа `string` также относятся такие типы, как `number`, `boolean` и `symbol`.

Тем не менее, сложно найти разработчика *TypeScript*, который при объявлении каких-либо конструкций, которым предстоит проверка на принадлежность к литеральному типу, не испытывал дискомфорта из-за вывода типов.

```
type Status = 200 | 404;
type Request = { status: Status }

let status = 200;

let request: Request = { status }; // Error, Type 'number' is not assignable to type
'Status'.ts(2322)
```

В коде выше, ошибка возникает по причине того, что вывод типов определяет принадлежность значения переменной `status` к типу `number`, а не литеральному числовому типу `200`.

```
// вывод типов видит как
let status: number = 200

// в то время как требуется так
let port: 200 = 200;
```

До версии *TypeScript* **3.4** без явного указания типа или явного приведения к нему, существовал только один выход из сложившейся в коде выше ситуации. Он заключался в утверждении типа с помощью оператора `as`, либо угловых скобок `<>`, непосредственно самого значения, нуждающегося в этом.

```
type Status = 200 | 404;
type Request = { status: Status }

let status = 200;
```

```
// утверждаем компилятору..  
let request: Request = { status: status as 200 }; // ...с помощью as оператора  
let request: Request = { status: <200>status }; // ...с помощью угловых скобок  
// ...что он должен рассматривать значение, ассоциированное с as, как значение,  
принадлежащее к литеральному типу '200'
```

Начиная с версии **3.4** *TypeScript* вводит такое понятие, как **const assertion** (утверждение к константе или константное утверждение).

Константное утверждение производится с помощью оператора **as** или угловых скобок **<>** и говорит компилятору, что значение является константным.

```
type Status = 200 | 404;  
type Request = { status: Status }  
  
let status = 200 as const;  
// let status = <const>200;  
  
let request: Request = {status}; // Ok
```

По причине того, что компилятор получает инструкции, заставляющие его расценивать значение как константное, вывод типов определяет его принадлежность к литеральному типу.

Утверждение к константе заставляет вывод типов определять принадлежность массива к типу **readonly tuple**.

```
let a = [200, 404]; // let a: number[]  
  
let b = [200, 404] as const; // let b: readonly [200, 404]  
let c = <const>[200, 404]; // let c: readonly [200, 404]
```

В случае с объектным типом, утверждение к константе рекурсивно помечает все его поля как **readonly**. Кроме того, все его поля, принадлежащие к примитивным типам, расцениваются как литеральные типы.

```
type NotConstResponseType = {  
  status: number;  
  data: {  
    role: string;  
  };  
}  
  
type ConstResponseType = {  
  status: 200 | 404;  
  data: {
```

```
        role: 'user' | 'admin';
    };
}
```

```
let a = { status: 200, data: { role: 'user' } }; // NotConstResponseType

let b = { status: 200, data: { role: 'user' } } as const; // ConstResponseType
let c = <const>{ status: 200, data: { role: 'user' } }; // ConstResponseType
```

Но стоит помнить, что утверждение к константе применимо исключительно к `number`, `string`, `boolean`, `array` и `object` литералам.

```
let a = 'value' as const; // Ok - 'value' является литералом, let a: "value"
let b = 100 as const; // Ok - 100 является литералом, let b: 100
let c = true as const; // Ok - true является литералом, let c: true

let d = [] as const; // Ok - [] является литералом, let d: readonly []
let e = { f: 100 } as const; // Ok - {} является литералом, let e: {readonly f: 100}

let value = 'value';
let array = [0, 1, 2]; // let array: number[]
let object = { f: 100 }; // let object: {f: number}

let f = value as const; // Ошибка - value это ссылка идентификатор хранящий литерал
let g = array as const; // Ошибка - array это ссылка на идентификатор хранящий ссылку
на объект массива
let h = object as const; // Ошибка - object это ссылка идентификатор хранящий ссылку на
объект объекта
```

После рассмотрения всех случаев утверждения к константе (примитивных, массивов и объектных типов) может сложиться впечатление, что в *TypeScript*, наконец, появились структуры, которые справедливо называть теми самыми, неизменяемыми ни при каких условиях, константами. И это, отчасти, действительно так. Но дело в том, что на момент версии *TypeScript* **3.4** принадлежность объектных и массивоподобных типов к константе зависит от значения, с которыми они ассоциированы.

В случае, когда литералы ссылочных типов (массивы и объекты) ассоциированы при помощи агрегационных отношений со значением, также принадлежащим к ссылочному типу, то они представляются такими, какими были на момент ассоциации. Кроме того, поведение механизма приведения к константе зависит от другого механизма — деструктуризации.

```
let defaultObject = { f: 100 }; // let defaultObject: {f: number;}
let constObject = { f: 100 } as const; // let constObject: {readonly f: 100;}

let defaultArray = [0, 1, 2]; // let defaultArray: number[]
let constArray = [0, 1, 2] as const; // let constArray: readonly [0, 1, 2]
```



```
// неожиданно - o0.f не имеет модификатора readonly! ожидаемо - o0.f.f иммутабельный
(неизменяемый) объект
let o0 = {f: {f: 100}} as const; // {f: {readonly f: 100;}}
// ожидаемо - o1.f имеет модификатор readonly. возможно ожидаемо - o1.f.f мутабельный
(изменяемый) объект
let o1 = {f: defaultObject} as const; // {readonly f: {f: number;}}
// ожидаемо - o2 иммутабельный (неизменяемый) объект
let o2 = {...defaultObject} as const; // {readonly f: number;}
// неожиданно - o3.f не имеет модификатора readonly. ожидаемо- o3.f.f иммутабельный
(неизменяемый) объект
let o3 = {f: {...defaultObject}} as const; // {f: {readonly f: number;}}

// ожидаемо - o4.f и o4.f.f иммутабельные (неизменяемые) объекты
let o4 = {f: constObject} as const; // let o4: {readonly f: {readonly f: 100;}}
// ожидаемо - o5 иммутабельный (неизменяемый) объект
let o5 = {...constObject} as const; // let o5: {readonly f: 100;}
// неожиданно - o6.f не имеет модификатора readonly. ожидаемо- o6.f.f иммутабельный
(неизменяемый) объект
let o6 = {f: {...constObject}} as const; // {f: {readonly f: 100;}}
```

По причине того, что непримитивные (объектные) типы данных, хранящиеся в массиве, подчиняются описанным выше правилам, подробное рассмотрение процесса утверждения массива к константе будет опущено.

И последнее, о чем стоит упомянуть — утверждение к константе применимо только к простым выражениям.

```
let a = (Math.round(Math.random() * 1) ? 'yes' : 'no') as const; // Ошибка
let b = Math.round(Math.random() * 1) ? 'yes' as const : 'no' as const; // Ok, let b:
"yes" | "no"
```

## 36.6 Итоги

Процесс, который в других языках принято называть приведение или преобразование, в *TypeScript* называется утверждение типа.

Процесс утверждения типа лишь просит компилятор пересмотреть свое отношение к типу, но конечное решение остается за ним.

Утверждение типа может указываться двумя способами, при помощи синтаксиса угловых скобок, в которые заключен тип (`<ToType>FromType`), и с помощью оператора `as` (`FromType as ToType`).

Код, который был создан разработчиком и требует утверждения типов, скорее всего является признаком непродуманной архитектуры.

## 37 Типизация - Защитники типа

### 37.1 Защитники Типа

Помимо того, что *TypeScript* имеет достаточно мощную систему выявления ошибок на этапе компиляции, разработчики, не останавливаясь на достигнутом, безостановочно работают над сведением их к нулю. Существенным шагом к достижению цели было добавление компилятору возможности, активируемой при помощи флага `--strictNullChecks`, запрещающей неявные операции, в которых участвует значение `null` и `undefined`. Простыми словами, компилятор научили во время анализа кода выявлять ошибки, которые могут возникнуть при выполнении операций, в которых фигурирует значения `null` или `undefined`.

Простейшим примером является операция получения элемента из DOM-дерева при помощи метода `querySelector`, который в обычном режиме (с неактивной опцией `--strictNullChecks`) возвращает значение, которое можно присвоить переменной с указанным типом `Element`.

```
const stage: Element = document.querySelector('#stage');
```

Но в строгом режиме (с активной опцией `--strictNullChecks`) метод `querySelector` возвращает объединенный тип `Element | null`. Тем самым компилятор хочет напомнить разработчику, что в случае отсутствия элемента в DOM-дерева метод `querySelector` возвратит `null`, который может привести к ошибке.

```
const stage: Element | null = document.querySelector('#stage');
```

```
function stage_clickHandler(event: MouseEvent): void {}
```

Не будет лишним напомнить, что на самом деле метод `querySelector` возвращает тип `Element | null` независимо от режима. Дело в том, что в обычном режиме тип `null` совместим с любыми типами. То есть, в случае отсутствия элемента в DOM-дерева, операция присваивания значения `null` переменной с типом `Element` не приведет к возникновению ошибки.

```
// lib.es6.d.ts
interface NodeSelector {
  querySelector(selectors: string): Element | null;
}
```

Возвращаясь к примеру с получением элемента из DOM-дерева стоит сказать, что если раскомментировать строчку кода, в которой происходит подписка элемента на событие, то даже в том случае, если элемент существует, все равно возникнет ошибка на этапе компиляции. Все дело в том, что компилятор *TypeScript* не позволит вызвать метод `addEventListener` по той причине, что для него объект, на который ссылается переменная, принадлежит к типу `Element` ровно

настолько же, насколько он принадлежит к типу `Null`. И это неудивительно, ведь у метода `querySelector` тип возвращаемого значения указан как тип объединение (`Union`).

```
const stage: Element | null = document.querySelector('#stage');
stage.addEventListener('click', stage_clickHandler); // тип переменной stage Element
или Null?
```

```
function stage_clickHandler(event: MouseEvent): void {}
```

Именно из-за этой особенности или, другими словами, неоднозначности, которую вызывает тип `Union`, в `TypeScript` появился механизм, называемый защитниками типа (`Type Guards`).

Защитники типа — это правила, которые помогают выводу типов определить суженный диапазон типов для значения, принадлежащего к типу `Union`. Другими словами, разработчику предоставлен механизм, позволяющий с помощью выражений составить логические условия, проанализировав которые вывод типов сможет сузить диапазон типов до необходимого и выполнить необходимые операции.

Понятно, что ничего не понятно. Поэтому прежде чем продолжить разбирать определение по шагам, нужно рассмотреть простой пример, который поможет зафиксировать картинку в сознании.

Представим два класса, `Bird` и `Fish`, в обоих из которых реализован метод `voice`. Кроме этого, в классе `Bird` реализован метод `fly`, а в классе `Fish` — метод `swim`. Далее представим функцию с единственным параметром, принадлежащему к объединению типов `Bird` и `Fish`.

В теле этой функции без труда получится выполнить операцию вызова метода `voice` у её параметра, так как этот метод объявлен и в типе `Bird`, и в типе `Fish`. Но при попытке вызвать метод `fly` или `swim` возникает ошибка, так как эти методы не являются общими для обоих типов. Компилятор попросту находится в подвешенном состоянии и не способен самостоятельно определиться.

```
class Bird {
    public fly(): void {}
    public voice(): void {}
}

class Fish {
    public swim(): void {}
    public voice(): void {}
}

function move(animal: Bird | Fish): void {
    animal.voice(); // Ok

    animal.fly(); // Error
    animal.swim(); // Error
}
```

Для того чтобы облегчить работу компилятору, *TypeScript* предлагает процесс, который сужает множество указанных в типе `Union` типов до заданного диапазона, а затем закрепляет его за конкретной областью кода. Таким образом, независимо от типа, к которому принадлежит значение, компилятор будет расценивать его, как если бы оно принадлежало к диапазону, установленному текущей области.

Но прежде чем диапазон типов будет вычислен и ассоциирован с областью, разработчику необходимо составить условия, включающие в себя признаки, которые недвусмысленно указывают на принадлежность к нужным типам данных.

Из-за того, что анализ происходит на основе логических выражений, область, к которой применяется суженный диапазон типов данных, ограничивается областью, которая выполняется при истинности условия.

Стоит заметить, что от признаков зависит место, в котором может находиться выражение, а от типов, составляющих множество типа `Union`, зависит способ составления логического условия.

## 37.2 Сужение диапазона множества типов на основе типа данных

В случаях, в которых для вывода типов нужно составить условие на основе типов данных, прибегают к помощи знакомых по *JavaScript* операторов: `typeof` и `instanceof`.

К помощи оператора `typeof` прибегают тогда, когда хотят установить принадлежность к типам `number`, `string`, `boolean`, `object`, `function`, `symbol` или `undefined`.

Если же значение принадлежит к производному от объекта типу, то установить его принадлежность к типу данных, определяемого классом и находящегося в иерархии наследования, можно при помощи оператора `instanceof`.

Как уже было сказано, с помощью операторов `typeof` и `instanceof` составляется условие, по которому компилятор может вычислить к какому конкретно типу или диапазону типов будет относиться значение, в определяемой условием области.

*Пример для оператора `typeof`*

```
type ParamType = number | string | boolean | object | Function | symbol | undefined;

function identifier(param: ParamType): void {
    param; // param: number | string | boolean | object | Function | symbol | undefined

    if (typeof param === 'number') {
        param; // param: number
    } else if (typeof param === 'string') {
        param; // param: string
    } else if (typeof param === 'boolean') {
        param; // param: boolean
    } else if (typeof param === 'object') {
        param; // param: object
    } else if (typeof param === 'function') {
        param; // param: Function
    } else if (typeof param === 'symbol') {
        param; // param: symbol
    }
}
```

```

    } else if (typeof param === 'undefined') {
        param; // param: undefined
    }

    param; // param: number | string | boolean | object | Function | symbol | undefined
}

```

*Пример для оператора instanceof*

```

class Animal {
    constructor(public type: string) {}
}

class Bird extends Animal {}
class Fish extends Animal {}
class Insect extends Animal {}

function f(param: Animal | Bird | Fish | Insect): void {
    param; // param: Animal | Bird | Fish | Insect

    if (param instanceof Bird) {
        param; // param: Bird
    } else if (param instanceof Fish) {
        param; // param: Fish
    } else if (param instanceof Insect) {
        param; // param: Insect
    }

    param; // param: Animal | Bird | Fish | Insect
}

```

В случае, когда значение принадлежит к типу **Union**, а выражение состоит из двух операторов, **if** и **else**, значение, находящиеся в операторе **else** будет принадлежать к диапазону типов, не участвующих в условии **if**.

*Пример для оператора typeof*

```

function f0(param: number | string | boolean): void {
    param; // param: number | string | boolean

    if (typeof param === 'number' || typeof param === 'string') {
        param; // param: number | string
    } else {
        param; // param: boolean
    }
}

```

```

    param; // param: number | string | boolean
}

function f1(param: number | string | boolean): void {
    param; // param: number | string | boolean

    if (typeof param === 'number') {
        param; // param: number
    } else {
        param; // param: string | boolean
    }

    param; // param: number | string | boolean
}

```

*Пример для оператора instanceof*

```

class Animal {
    constructor(public type: string) {}
}

class Bird extends Animal {}
class Fish extends Animal {}
class Insect extends Animal {}
class Bug extends Insect {}

function f0(param: Bird | Fish | Insect): void {
    param; // param: Bird | Fish | Insect

    if (param instanceof Bird) {
        param; // param: Bird
    } else if (param instanceof Fish) {
        param; // param: Fish
    } else {
        param; // param: Insect
    }

    param; // param: Bird | Fish | Insect
}

function f1(param: Animal | Bird | Fish | Insect | Bug): void {
    param; // param: Animal | Bird | Fish | Insect | Bug
    if (param instanceof Bird) {
        param; // param: Bird
    } else if (param instanceof Fish) {
        param; // param: Fish
    }
}

```

```

    } else {
        param; // param: Animal | Insect | Bug
    }

    param; // param: Animal | Bird | Fish | Insect | Bug
}

```

Кроме того, условия можно поместить в тернарный оператор. В этом случае область, на которую распространяется сужение диапазона типов, ограничивается областью, в которой выполняется соответствующее условию выражение.

В качестве примера можно представить функцию, которой в качестве единственного аргумента можно передать как значение, принадлежащее к типу `T`, так и функциональное выражение, возвращающее значение, принадлежащее к типу `T`. Для того, чтобы было проще работать со значением параметра, его нужно сохранить в локальную переменную, которой указан тип `T`. Но прежде, компилятору нужно помочь конкретизировать тип данных, к которому принадлежит значение.

Условие, как и раньше, можно было бы поместить в конструкцию `if / else`, но, в таких случаях, больше подходит тернарный условный оператор.

Создав условие, в котором значение проверяется на принадлежность к типу, отличному от типа `T`, разработчик укажет компилятору, что при выполнении условия тип параметра будет ограничен типом `Function`, что даст возможность вызвать параметр как функцию. Иначе значение, хранимое в параметре, принадлежит к типу `T`.

*Пример для оператора `typeof`*

```

function f(param: string | (() => string)): void {
    param; // param: string | (() => string)

    let value: string = typeof param !== 'string' ? param() : param;

    param; // param: string | (() => string)
}

```

*Пример для оператора `instanceof`*

```

class Animal {
    constructor(public type: string = 'type') {}
}

function identifier(param: Animal | (() => Animal)): void {
    param; // param: Animal | (() => Animal)

    let value: Animal = !(param instanceof Animal) ? param() : param;
}

```

```
param; // param: Animal | (() => Animal)
}
```

Так как оператор `switch` логически похож на оператор `if` / `else`, то может показаться, что механизм, применимый к рассмотренным в этой главе логическим операторам, будет применим и к оператору `switch`. Но на самом деле это не так. Вывод типов не умеет различать условия, составленные при помощи операторов `typeof` и `instanceof`, в конструкции `switch`.

### 37.3 Сужение диапазона множества типов на основе признаков присущих типу Tagged Union

Помимо определения принадлежности к типу данных, диапазон типов, составляющих тип `Union`, можно сузить по признакам, характерным для типа `Tagged Union`.

Условия, составленные на основе идентификаторов варианта, можно использовать во всех условных операторах, включая `switch`.

*Пример для оператора if\else*

```
enum AnimalTypes {
    Animal = "animal",
    Bird = "bird",
    Fish = "fish"
}

class Animal {
    readonly type: AnimalTypes = AnimalTypes.Animal;
}

class Bird extends Animal {
    readonly type: AnimalTypes.Bird = AnimalTypes.Bird;

    public fly(): void {}
}

class Fish extends Animal {
    readonly type: AnimalTypes.Fish = AnimalTypes.Fish;

    public swim(): void {}
}

function move(param: Bird | Fish): void {
    param; // param: Bird | Fish

    if (param.type === AnimalTypes.Bird) {
        param.fly();
    } else {
        param.swim();
    }
}
```



```

    }

    param; // param: Bird | Fish
}

```

*Пример для тернарного оператора (?:)*

```

function move(param: Bird | Fish): void {
    param; // param: Bird | Fish

    param.type === AnimalTypes.Bird ? param.fly() : param.swim();

    param; // param: Bird | Fish
}

```

*Пример для оператора switch*

```

enum AnimalTypes {
    Animal = "animal",
    Bird = "bird",
    Fish = "fish"
}

class Animal {
    readonly type: AnimalTypes = AnimalTypes.Animal;
}

class Bird extends Animal {
    readonly type: AnimalTypes.Bird = AnimalTypes.Bird;

    public fly(): void {}
}

class Fish extends Animal {
    readonly type: AnimalTypes.Fish = AnimalTypes.Fish;

    public swim(): void {}
}

function move(param: Bird | Fish): void {
    param; // param: Bird | Fish

    switch (param.type) {
        case AnimalTypes.Bird:
            param.fly(); // Ok
            break;
    }
}

```

```

    case AnimalTypes.Fish:
        param.swim(); // Ok
        break;
}

param; // param: Bird | Fish
}

```

В случаях, когда множество типа `Union` составляют тип `null` и/или `undefined`, а также только один конкретный тип, для вывода типа будет достаточно условия, подтверждающего существование значения, отличного от `null` и/или `undefined`.

Это очень распространенный случай при активной опции `--strictNullChecks`. Условие, с помощью которого вывод типов сможет установить принадлежность значения к типам, отличными от `null` и/или `undefined`, может использоваться совместно с любыми условными операторами.

*Пример с оператором `if\else`*

```

function f(param: number | null | undefined): void {
    param; // param: number | null | undefined

    if (param !== null && param !== undefined) {
        param; // param: number
    }

    // or

    if (param) {
        param; // Param: number
    }

    param; // param: number | null | undefined
}

```

*Пример с тернарным оператором `(?:)`*

```

function f(param: number | null | undefined): void {
    param; // param: number | null | undefined

    var value: number = param ? param : 0;
    var value: number = param || 0;

    param; // param: number | null | undefined
}

```

### Пример с оператором switch

```
function identifier(param: number | null | undefined): void {
    param; // param: number | null | undefined

    switch(param) {
        case null:
            param; // param: null
            break;

        case undefined:
            param; // param: undefined
            break;

        default: {
            param; // param: number
        }
    }

    param; // param: number | null | undefined
}
```

Кроме этого, при активной опции `--strictNullChecks`, в случаях, в которых значение принадлежит к объектному типу, вывод типов может заменить оператор `Not-Null Not-Undefined`. Для этого нужно составить условие, в котором будет проверяться обращение к членам, в случае отсутствия которых может возникнуть ошибка.

### Пример с Not-Null Not-Undefined (с учетом активной опции --strictNullChecks)

```
class Ability {
    public fly(): void {}
}

class Bird {
    public ability: Ability | null = new Ability();
}

function move(animal: Bird | null | undefined): void {
    animal.ability // Error, Object is possibly 'null' or 'undefined'
    animal!.ability // Ok
    animal!.ability.fly(); // Error, Object is possibly 'null' or 'undefined'
    animal!.ability!.fly(); // Ok
}
```

### Пример с защитником типа (с учетом активной опции --strictNullChecks)

```

class Ability {
    public fly(): void {}
}

class Bird {
    public ability: Ability | null = new Ability();
}

function move(animal: Bird | null | undefined): void {
    if (animal && animal.ability) {
        animal.ability.fly(); // Ok
    }
}

```

## 37.4 Сужение диапазона множества типов на основе доступных членов объекта

Сужение диапазона типов также возможно на основе доступных (`public`) членов, присущих типам, составляющим диапазон (`Union`). Сделать это можно с помощью оператора `in`.

```

class A { public a: number = 10; }
class B { public b: string = 'text'; }
class C extends A {}

```

```

function f0(p: A | B) {
    if ('a' in p) {
        return p.a; // p: A
    }

    return p.b; // p: B
}

```

```

function f1(p: B | C) {
    if ('a' in p) {
        return p.a; // p: C
    }

    return p.b; // p: B
}

```

## 37.5 Сужение диапазона множества типов на основе функции, определенной пользователем

Все перечисленные ранее способы работают только в том случае, если проверка происходит в месте, отведенном под условие. Другими словами, с помощью перечисленных до этого момента способов условие проверки нельзя вынести в отдельный блок кода (функцию). Это могло бы

сильно ударить по семантической составляющей кода, а также нарушить принцип разработки программного обеспечения, который призван бороться с повторением кода (*Don't repeat yourself, DRY* (не повторяйся)). Но, к счастью для разработчиков, создатели *TypeScript* реализовали возможность определять пользовательские защитники типа.

В роли пользовательского защитника может выступать функция, функциональное выражение или метод, которая обязательно должна возвращать значение, принадлежащее к типу `boolean`. Для того, чтобы вывод типов понял, что вызываемая функция не является обычной функцией, которая возвращает значение булева типа, у функции вместо типа возвращаемого значения указывают предикат (предикат — это логическое выражение, значение которого может быть либо истинным (`true`), либо ложным (`false`)).

Выражение предиката состоит из трех частей и имеет следующий вид `identifier is Type`.

Первым членом выражения является идентификатор, который обязан совпадать с идентификатором одного из параметров, объявленных в сигнатуре функции. В случае, когда предикат указан методу экземпляра класса, в качестве идентификатора может быть указано ключевое слово `this`.

Стоит отдельно упомянуть, что ключевое слово `this` можно указывать только методам, объявленным в конструкциях, объявленных при помощи ключевых слов `class` и `interface`. При попытке указать ключевое слово `this` в предикате функционального выражения, ссылку на которое присваивается свойству `prototype`, функции конструктора, либо же в методе, объявленного в объекте, созданном с помощью литерала объекта, возникнет ошибка.

*Пример с функцией конструктором*

```
function Constructor() {}

Constructor.prototype.validator = function(): this is Object { // Error
    return true;
};
```

*Пример с литералом объекта*

```
interface IPredicat {
    validator(): this is Object; // Ok
}

var object: IPredicat = { // Ok
    validator(): this is Object { // Error
        return this;
    }
};

var object: {validator(): this is Object} = { // Error
    validator(): this is Object { // Error
        return this;
    }
};
```

Ко второму члену выражения относится ключевое слово `is` которое служит в качестве утверждения.

В качестве третьего члена выражения может выступать любой тип данных.

*Пример предиката функции (function)*

```
function isT1(p1: T1 | T2 | T3): p1 is T1 {  
    return p1 instanceof T1;  
}  
  
function identifier(p1: T1 | T2 | T3): void {  
    if (isT1(p1)) {  
        p1; // p1: T1  
    }  
}
```

*Пример предиката функционального выражения (functional expression)*

```
const isT2 = (p1: T1 | T2 | T3): p1 is T2 => p1 instanceof T2;  
  
function identifier(p1: T1 | T2 | T3): void {  
    if (isT2(p1)) {  
        p1; // p1: T2  
    }  
}
```

*Пример предиката метода класса (static method)*

```
class Validator {  
    public static isT3(p1: T1 | T2 | T3): p1 is T3 {  
        return p1 instanceof T3;  
    }  
}  
  
function identifier(p1: T1 | T2 | T3): void {  
    if (Validator.isT3(p1)) {  
        p1; // p1: T3  
    }  
}
```

Условие, на основании которого разработчик определяет принадлежность одного из параметров к конкретному типу данных, не ограничено никакими конкретными правилами. Исходя из результата выполнения условия `true` или `false`, вывод типов сможет установить принадлежность указанного параметра к указанному типу данных.

```

class Animal {}

class Bird extends Animal {
    public fly(): void {}
}

class Fish extends Animal {
    public swim(): void {}
}

class Insect extends Animal {
    public crawl(): void {}
}

class AnimalValidator {
    public static isBird(animal: Animal): animal is Bird {
        return animal instanceof Bird;
    }

    public static isFish(animal: Animal): animal is Fish {
        return (animal as Fish).swim !== undefined;
    }

    public static isInsect(animal: Animal): animal is Insect {
        let isAnimalIsNotUndefinedValid: boolean = animal !== undefined;
        let isInsectValid: boolean = animal instanceof Insect;

        return isAnimalIsNotUndefinedValid && isInsectValid;
    }
}

function move(animal: Animal): void {
    if (AnimalValidator.isBird(animal)) {
        animal.fly();
    } else if (AnimalValidator.isFish(animal)) {
        animal.swim();
    } else if (AnimalValidator.isInsect(animal)) {
        animal.crawl();
    }
}

```

Последнее, о чем осталось упомянуть, что в случае, если по условию значение не подойдет ни по одному из признаков, то вывод типов установит ему принадлежность к типу данных `never`.

```

class Animal {
    constructor(public type: string) {}
}

```

```

class Bird extends Animal {}
class Fish extends Animal {}

function move(animal: Bird | Fish): void {
    if (animal instanceof Bird) {
        animal; // animal: Bird
    } else if (animal instanceof Fish) {
        animal; // animal: Fish
    } else {
        animal; // animal: never
    }
}

```

## 38 Типизация - Вывод типов

### 38.1 Типизация — Вывод типов

Чтобы не повторять определения, которые были даны в главе [Экспурс в типизацию - Связывание, типизация, вывод типов](#), эту главу стоит начать с неформально определения.

*Вывод типов* — это механизм, благодаря которому разрабатывать на статически типизированном *TypeScript* становится намного легче. Он берет на себя ту работу, которая во многих случаях может показаться рутинной. Вывод типов работает не только тогда, когда вы не указывает тип явно; он работает всегда, когда компилятор встречает код. Дело в том, что компилятор не доверяет разработчику и поэтому весь код, в штатном режиме, проходит через вывод типов. В этом механизме нет ничего сложного, но несмотря на это, у разработчиков, которые только приступают к изучению *TypeScript*, некоторые неочевидные особенности могут вызвать вопросы, на которые и постарается ответить данная глава.

Кроме того, ещё одна цель этой главы — раскрыть те моменты, рассказ о которых в других частях книги мог быть не ко времени и излишне усложнил бы понимание. Поэтому те части книги просто ссылались на текущую главу. Но, также в этой главе вкратце будет повторено то, что уже было рассмотрено по ходу изложения материала.

### 38.2 Вывод примитивных типов

Вывод типов для значений, принадлежащих к так называемым примитивным типам, не таит в себе ничего необычного. Кроме того, будь это переменные, поля, параметры, возвращаемые из функций и методов значения, результат во всех случаях будет идентичным.

```

enum Enums {
    Value
};

let v0 = 0; // let v0: number
let v1 = 'text'; // let v1: string
let v2 = true; // let v2: boolean

```



```
let v3 = Symbol(); // let v3: symbol
let v4 = Enums.Value; // let v4: Enums
```

### 38.3 Вывод примитивных типов для констант (const) и полей только для чтения (readonly)

Когда дело доходит до присваивания значений, принадлежащих к примитивным типам, таким конструкциям, как константы (`const`) и неизменяемые поля (модификатор `readonly`), поведение вывода типов изменяется.

В случае, когда значение принадлежит к примитивным типам `number`, `string` или `boolean`, вывод типов указывает принадлежность к литеральным примитивным типам, определяемым самим значением.

```
enum Enums {
    Value
};

const v0 = 0; // let v0: 0
const v1 = 'text'; // let v1: 'text'
const v2 = true; // let v2: true

class Identifier {
    readonly f0 = 0; // f0: 0
    readonly f1 = 'text'; // f1: 'text'
    readonly f2 = true; // f2: true
}
```

Если значение принадлежит к типу `enum`, то вывод типов установит принадлежность к типу `enum`.

```
enum Enums {
    Value
};

const v = Enums.Value; // let v: Enums

class Identifier {
    readonly f = Enums.Value; // f: Enums
}
```

Когда вывод типов встречается значение, принадлежащее к типу `symbol`, его поведение зависит от конструкции, которой присваивается значение. Так, если вывод типов работает с константой, то тип определяется, как запрос типа (глава [Типы - Type Queries \(запросы типа\), Alias \(псевдонимы типа\)](#)) самой константы. Если же вывод типов устанавливает принадлежность к типу-неизменяемому полю, то тип будет определен, как `symbol`. Происходит так потому, что при

создании каждого нового экземпляра в системе будет определяться и новый символ, что противоречит правилам, установленным для `Unique Symbol` (глава [Типы - Прimitives](#) **литеральные типы `Number, String, Boolean, Unique Symbol, Enum`**).

```
const v = Symbol(); // const v: typeof v
```

```
class Identifier {  
  readonly f = Symbol(); // f: symbol  
}
```

## 38.4 Вывод объектных типов

С выводом объектных типов не связано ничего необычного. Кроме того, поведение вывода типов одинаково для всех конструкций.

```
class ClassType {}  
interface InterfaceType {}
```

```
type TypeAlias = number;
```

```
let typeInterface: InterfaceType;  
let typeTypeAlias: TypeAlias;
```

```
let v0 = { a: 5, b: 'text', c: true }; // let v0: { a:number, b:string, c: boolean }  
const v1 = { a: 5, b: 'text', c: true }; // let v1: { a:number, b:string, c: boolean }
```

```
let v3 = new ClassType(); // let v3: ClassType  
let v4 = typeInterface; // let v4: InterfaceType  
let v5 = typeTypeAlias; // let v5: number
```

## 38.5 Вывод объединенных (Union) типов

С выводом типов объединения (глава [Типы - Union, Intersection](#)) связаны как очевидные, так и нет, случаи.

К очевидным случаям можно отнести массив, состоящий из разных примитивных типов. В таком случае будет выведен очевидный тип объединение, который составляют типы присутствующих в массиве примитивов.

```
let v = [0, 'text', true]; // let v: (string | number | boolean)[ ]
```

В случае получения любого элемента массива, вывод типов также установит принадлежность к объединенному типу.

```
let v = [0, 'text', true]; // let v: (string | number | boolean)[]
```

```
let item = v[0]; // let item: string | number | boolean
```

Неочевидные особенности лучше всего начать с примера, в котором вывод типа определяет принадлежность к массиву обычных объектных типов.

```
let v = [  
  { a: 5, b: 'text' },  
  { a: 6, b: 'text' }  
]; // let v: { a: number, b: string }[]
```

В примере, вывод типов выводит ожидаемый и предсказуемый результат для массива объектов, чьи типы полностью идентичны. Идентичны они по той причине, что вывод типов установит тип `{ a: number, b:string }` для всех элементов массива.

Но стоит изменить условие, допустим, убрать объявление одного поля и картина кардинально изменится. Вместо массива обычных объектов, тип будет выведен, как массив объединенного типа.

```
let v = [  
  { a: 5, b: 'text' },  
  { a: 6 },  
  { a: 7, b: true }  
]; // let v: ({ a: number, b: string } | { a: number, b?: undefined } | { a: number, b:  
boolean })[]
```

Как видно из примера выше, вывод типов приводит все объектные типы, составляющие тип объединение, к единому виду. Он добавляет к типам не существующие в них, но существующие в других объектных типах, поля, декларируя их как необязательные (глава **Операторы - Optional, Not-Null, Not-Undefined, Definite Assignment Assertion**). Сделано это для того, чтобы можно было конкретизировать тип любого элемента массива. Простыми словами, чтобы не получить ошибку во время выполнения, любой элемент массива должен иметь общие для всех элементов признаки. Но так как в реальности в объектах некоторые члены вовсе могут отсутствовать, вывод типов, чтобы повысить типобезопасность, декларирует их, как необязательные. Таким образом, он предупреждает разработчика о возможности возникновения ситуации, при которой эти члены будут иметь значение `undefined`, что и демонстрируется в примере ниже.

```
let v = [  
  { a: 5, b: 'text' },  
  { a: 6 },  
  { a: 7, b: true }  
]; // let v: ({ a: number, b: string } | { a: number, b?: undefined } | { a: number, b:  
boolean })[]
```

```
let a = v[0].a; // let a: number
let b = v[0].b; // let b: string | boolean | undefined
```

Если в качестве значений элементов массива выступают экземпляры классов, не связанных отношением наследования, то объединенные типы будут составлять их типы.

```
class A {
  public a: number = 0;
}

class B {
  public a: string = '';
  public b: number = 5;
}

let v = [
  new A(),
  new B()
]; // let v: (A | B)[]
```

В случае, если элементы массива являются экземплярами классов, связанных отношением наследования (*номинативная типизация* [Экскурс в типизацию - Совместимость типов на основе вида типизации](#)), то выводимый тип будет ограничен максимально базовым из типов участвующим в операции выводе.

```
class A {}
class B extends A { f0 = 0; }
class C extends A { f1 = ''; }
class D extends A { f2 = true; }
class E extends D { f3 = {}; }

let v3 = [new A(), new B(), new C(), new D(), new E()]; // let v3: A[]
let v4 = [new B(), new C(), new D(), new E()]; // let v4: (B | C | D)[]
```

Те же самые правила применяются для вывода типа, возвращаемого тернарным оператором.

```
class A {}
class B extends A { f0 = 0; }
class C extends A { f1 = ''; }
class D extends A { f2 = true; }
class E extends D { f3 = {}; }

let v0 = false ? new A() : new B(); // let v0: A
let v1 = false ? new B() : new C(); // let v1: B | C
let v2 = false ? new C() : new D(); // let v2: C | D
```

Так как выражение расположенное в блоке тернарного оператора вычисляется на этапе выполнения программы, вывод типов не может знать результата его вычисления на этапе компиляции. Поэтому, чтобы не нарушить типобезопасность, он вынужден указывать объединенный тип, определяемый всеми блоками выражения.

## 38.6 Вывод типов кортеж (Tuple)

Начать стоит с напоминания о том, что значение длины кортежа содержащего элементы помеченные как не обязательные, принадлежит к типу объединению (`Union`), который составляют литеральные числовые типы.

```
function f(...rest: [number, string?, boolean?]): [number, string?, boolean?] {
    return rest;
}
```

```
let l = f(5).length; // let l: 1 | 2 | 3
```

Кроме того, остаточные параметры (`...rest`), аннотированные с помощью параметра типа, рассматриваются и представляются выводом типа, как принадлежащие к типу-кортежу.

```
function f<T extends any[]>(...rest: T): T {
    return rest;
}
```

```
// рассматриваются
```

```
f(5); // function f<[number]>(rest_0: number): void
f(5, ''); // function f<[number, string]>(rest_0: number, rest_1: string): void
f(5, '', true); // function f<[number, string, boolean]>(rest_0: number, rest_1:
string, rest_2: boolean): void
```

```
// представляются
```

```
let v0 = f(5); // let v0: [number]
let v1 = f(5, ''); // let v1: [number, string]
let v2 = f(5, '', true); // let v2: [number, string, boolean]
```

Если функция, сигнатура которой содержит объявление остаточных параметров, принадлежащих к типу параметра, будет вызвана с аргументами, среди которых будет массив, указанный с помощью расширяющего синтаксиса (spread syntax), то определение типа кортеж также будет включать в себя остаточный тип (`...rest`).

```
function tuple<T extends any[]>(...args: T): T {
    return args;
}
```

```
let numberAll: number[] = [0, 1, 2];
```

```
let v0 = tuple(5, '', true); // let v0: [number, string, boolean]
let v1 = tuple(5, ...numberAll); // let v1: [number, ...number[]]
```

Но нужно быть внимательным, так как порядок передачи аргументов, содержащих расширяющий синтаксис, может привести к неочевидным результатам. Дело в том, что остаточный тип определяется не только типами самого массива, но и типами аргументов, переданных после него.

```
function tuple<T extends any[]>(...args: T): T {
    return args;
}

let numberAll: number[] = [0, 1, 2];
let v0 = tuple(5, ...numberAll); // let v0: [number, ...number[]]
let v1 = tuple(5, ...numberAll, ''); // let v1: [number, ...(string | number)[]]
```

## 39 Типизация - Совместимость объектов

### 39.1 Типизация (Object Types) — важно

Пришло время более подробно разобраться в том, как компилятор определяет совместимость объектных типов. Как всегда, вначале, стоит напомнить, что в текущей главе, будет использоваться шаблон (`: Target = Source`), о котором более подробно шла речь в самом начале.

Но прежде чем начать погружение в тему *совместимости типов* (compatible types), будет не лишним заметить, что подобный термин не определен спецификацией *TypeScript*. Тем не менее, в *TypeScript* описано два типа совместимости. Помимо привычной *совместимости подтипов* (assignment subtype), также существует *совместимость при присваивании* (assignment compatibility). Они отличаются только тем, что правила совместимости при присваивании расширяют правила совместимости подтипов. Сделано это по нескольким причинам.

Начать стоит с того, что поведение типа `any` не укладывается в рамки определяемые стандартными правилами. Нестандартное поведение заключается в том, что помимо совместимости всех типов на основе обычных правил совместимости с типом `any`, сам тип `any` также совместим со всеми, не являясь их подтипом.

```
class Animal {
    public name: string;
}

class Bird extends Animal {
    public fly(): void {}
}

let animal: Animal = new Bird(); // Ok
let bird: Bird = new Animal(); // Ошибка, присваивание подтипа
```

```
let any: any = 0; // Ok
let number: number = any; // Ok -> any совместим с number
```

Кроме того, поведением двухсторонней совместимости также наделен и числовой `enum`.

```
enum NumberEnum {
    A = 1
}

let v1: number = NumberEnum.A;
let v2: NumberEnum.A = 0;
```

## 39.2 Типизация (Object Types) - совместимость объектов

Начать тему о совместимости объектных типов стоит с повторения определения структурной типизации, которая лежит в основе *TypeScript*. Итак, структурная типизация — это механизм сопоставления двух типов по всем признакам их описания. Под признаками понимаются идентификаторы типа и типы которые с ними связаны.

Простыми словами, два типа будут считаться совместимыми не потому, что они связаны иерархическим деревом (наследование), а по тому, что в типе `S` (`: Target = Source`) присутствуют все идентификаторы, присутствующие в типе `T`. При этом, типы с которыми они ассоциированы должны быть совместимы.

```
class Bird {
    public name: string;
}

class Fish {
    public name: string;
}

let bird: Bird;
let fish: Fish;

let v1: Bird = fish; // Ok
let v2: Fish = bird; // Ok
```

В случаях, когда один тип данных, помимо всех признаков второго типа данных, также имеет любые другие, то он будет совместим со вторым типом, но не наоборот. Для обратной совместимости потребуется операция явного преобразования (приведения) типов.

```
class Bird {
    public name: string;
    public age: number;
```

```

}

class Fish {
    public name: string;
}

var bird: Bird = new Fish(); // Error
var bird: Bird = new Fish() as Bird; // Ok
let fish: Fish = new Bird(); // Ok

```

Кроме того, два типа, совместимые по признакам идентификаторов, будут совместимы в том случае, если типы, ассоциированные с идентификаторами, также совместимы.

```

class Bird {
    public name: string;
    public age: number;
}

class Fish {
    public name: string;
}

class BirdProvider {
    public data: Bird;
}

class FishProvider {
    data: Fish;
}

var birdProvider: BirdProvider = new FishProvider(); // Error
var birdProvider: BirdProvider = new FishProvider() as FishProvider; // Error
let fishProvider: FishProvider = new BirdProvider(); // Ok

```

Методы, объявленные в объектном типе, сравниваются не по правилам совместимости объектных типов данных. Про правила проверки функциональных типов речь пойдет немного позднее (глава **Типизация - Совместимость функций**). Поэтому комментарии к коду будут опущены.

```

class Bird {
    public voice(repeat: number): void {}
}

class Fish {
    public voice(repeat: number, volume: number): void {}
}

```



```
let v1: Bird;
let v2: Fish;

let v3: Bird = v2; // Error
let v4: Fish = v1; // Ok
```

Кроме того, не удосужится подробного разбора следующий пример, в котором происходит проверка типов, содержащих перегруженные методы, так как совместимость их идентична совместимости функциональных типов. Сами функциональные типы будут рассмотрены позднее.

Сейчас стоит только сказать, что в случаях, когда функция перегружена, проверка на совместимость происходит для каждой из сигнатур. Если существует несколько вариантов перегруженных сигнатур, с которыми может быть совместим тип источник, то выбрана будет та, что объявлена раньше.

```
class Bird {
    public voice(repeat: number, volume: number): void;
    public voice(repeat: number): void {}
}

class Fish {
    public voice(repeat: number, volume: number): void {}
}

let v1: Bird
let v2: Fish

let v3: Bird = v2; // Ok
let v4: Fish = v1; // Ok
```

Типы, которые различаются только необязательными членами, также считаются совместимыми.

```
class Bird {
    public name: string;
    public age?: number;

    public fly?(): void {}
}

class Fish {
    public name: string;
    public arial?: string;

    public swim?(): void {}
}

let bird: Bird;
```

```
let fish: Fish;

// class Bird {name: string} === class Fish {name: string}

let v1: Bird = fish; // Ok
let v2: Fish = bird; // Ok
```

Дело в том, что необязательные параметры в объектных типах не берутся в расчет при проверке на совместимость. Однако это правило действует только в одну сторону. Тип, который содержит обязательный член, несовместим с типом, у которого идентичный член является необязательным. Такое поведение логично, ведь в случае, когда необязательный член будет отсутствовать, тип, содержащий его, не будет удовлетворять условиям, заданным типом с обязательным членом.

```
class Bird {
    public name: string;
    public age?: number;
}

class Fish {
    public name: string;
    public age: number;
}

let bird: Bird;
let fish: Fish;
/**
 * Bird -> name -> поиск в Fish -> член найден -> Fish['name'] -> Ok
 * Bird -> age -> age опциональный член -> пропуск
 */
let v1: Bird = fish; // Ok
/**
 * Fish -> name -> поиск в Bird -> член найден -> Bird['name'] -> Ok
 * Fish -> age -> поиск в Bird -> член найден -> Bird['age'] не является опциональным ->
Ошибка
 */
let v2: Fish = bird; // Error
let v3: Fish = bird as Fish; // Ok
```

Существует еще одна неочевидность, связанная с необязательными членами. В случае, если в целевом типе все члены объявлены как необязательные, он будет совместим с любым типом, который частично описывает его, при этом тип источник может описывать любые другие члены. Помимо этого он будет совместим с типом, у которого описание отсутствует вовсе. Но он не будет совместим с типом, у которого описаны только отсутствующие в целевом типе члены. Такое поведение в *TypeScript* называется *Weak Type Detection* (обнаружение слабого типа). Типы, описание которых состоит только из необязательных членов, считаются слабыми типами.

```

class IAnimal {
    name?: string;
    age?: number;
}

class Animal {}
class Bird { name: string; }
class Fish { age: number; }
class Insect { name: string; isAlive: boolean; }
class Reptile { age: number; isAlive: boolean; }
class Worm { isAlive: boolean; }

let animal: Animal;
let bird: Bird;
let fish: Fish;
let insect: Insect;
let reptile: Reptile;
let worm: Worm;

let v1: IAnimal = animal; // Ok
let v2: IAnimal = bird; // Ok
let v3: IAnimal = fish; // Ok
let v4: IAnimal = insect; // Ok
let v5: IAnimal = reptile; // Ok
let v6: IAnimal = worm; // Error

```

Обобщенные типы данных, чьи параметры типа указаны в аннотации типа и при этом были установлены аргументами типа, участвуют в проверке на совместимость по характерным для *TypeScript* правилам.

```

class Bird<T> {
    public name: T;
}

class Fish<T, S> {
    public name: T;
    public age: S;
}

let v1: Bird<string>;
let v2: Bird<number>;

let v3: Bird<string> = v2; // Error
let v4: Bird<number> = v1; // Error

let v5: Bird<string>;
let v6: Fish<string, number>;

```

```
let v7: Bird<string> = v6; // Ok
let v8: Fish<string, number> = v5; // Error
```

В случаях, когда на совместимость проверяются типы содержащие обобщенные методы, то их сравнение ничем не отличается от сравнения типов, содержащих не обобщенные методы.

```
class Bird {
    public voice<T>(repeat: T): void {}
}

class Fish {
    public voice<T, S>(repeat: T, volume: S): void {}
}

let v1: Bird
let v2: Fish

let v3: Bird = v2; // Error
let v4: Fish = v1; // Ok
```

На фоне структурной типизации самое неоднозначное поведение возникает тогда, когда описание типов полностью идентично, за исключением их модификаторов доступа. Если в типе описан хоть один член с отличным от `public` модификатором доступа, он не будет совместим ни с одним типом, независимо от того, какие модификаторы доступа применены к его описанию.

```
class Bird {
    private name: string;
}

class Fish {
    private name: string;
}

class Insect {
    protected name: string;
}

class Reptile {
    public name: string;
}

let v1: Bird;
let v2: Fish;
let v3: Insect;
let v4: Reptile;
```

```
let v5: Bird = v2; // Error
let v6: Fish = v1; // Error
let v7: Insect = v1; // Error
let v8: Reptile = v1; // Error
```

К счастью, разногласия возникающие в структурной типизации при совместимости типов определяемых классом, к членам которых применены модификаторы доступа отличные от `public`, не распространяются на номинативную типизацию (глава [Экспурс в типизацию - Совместимость типов на основе вида типизации](#)). Номинативная типизация может указывать на принадлежность к типу через иерархию наследования. Простыми словами, потомки будут совместимы с предками, у которых члены объявлены с помощью модификаторов доступа, отличных от `public`.

```
class Bird {
    protected name: string;
}

class Owl extends Bird {
    protected name: string;
}

let bird: Bird;
let owl: Owl;

let v1: Bird = owl; // Ok
let v2: Owl = bird; // Error
let v3: Owl = bird as Owl; // Ok
```

В типах определяемых классами, при проверке на совместимость не учитываются конструкторы и статические члены (члены класса).

```
class Bird {
    public static readonly DEFAULT_NAME: string = 'bird';

    constructor(name: string) {}
}

class Fish {
    public static toStringDecor(target: string): string {
        return `[object ${target}]`;
    }

    constructor(age: number) {}
}
```

```
let v1: Bird
let v2: Fish

let v3: Bird = v2; // Ok
let v4: Fish = v1; // Ok
```

Когда в качестве присваиваемого типа выступает экземпляр класса, то для того, чтобы он считался совместим с типом, указанным в аннотации, в нем, как минимум, должны присутствовать все признаки этого типа. Кроме того, он может иметь дополнительные признаки, которые отсутствуют в типе, указанном в аннотации.

```
class Bird {
    public name: string;
}
```

```
class Fish {
    public name: string;
    public age: number;
}
```

```
class Insect {}
```

```
let equal: Bird = new Bird();
let more: Fish = new Fish();
let less: Insect = new Insect();
```

```
interface IAnimal {
    name: string;
}
```

```
let v1: IAnimal = new Bird(); // Ok -> одинаковые поля
let v2: IAnimal = new Fish(); // Ok -> в Fish полей больше
let v3: IAnimal = new Insect(); // Ошибка -> обязательные поля отсутствуют
let v4: IAnimal = equal; // Ok -> одинаковые поля
let v5: IAnimal = more; // Ok -> в Fish полей больше
let v6: IAnimal = less; // Ошибка -> обязательные поля отсутствуют
```

```
function f1(p1: IAnimal): void {}
```

```
f1(new Bird()); // Ok -> одинаковые поля
f1(new Fish()); // Ok -> в Fish полей больше
f1(new Insect()); // обязательные поля отсутствуют
```

```
f1(equal); // Ok -> одинаковые поля
f1(more); // Ok -> в Fish полей больше
f1(less); // обязательные поля отсутствуют
```

Однако, когда в качестве значения выступает объектный тип, созданный с помощью объектного литерала, поведение, в некоторых случаях, отличается от поведения присвоения экземпляров класса. В случаях, в которых объект объявляется непосредственно в операции присвоения, он будет совместим с типом, указанным в аннотации, только если он полностью идентичен. Другими словами, создаваемый с помощью объектного литерала объект не должен содержать ни меньше ни больше членов, чем описано в типе, указанном в аннотации (данное поведение можно изменить с помощью опции компилятора `--suppressExcessPropertyErrors`, глава [Опции компилятора](#)).

```
interface IAnimal {
    name: string;
}

function f1(p1: IAnimal): void {}

let equal = { name: '' };
let more = { name: '', age: 0 };
let less = {};

var v1: IAnimal = { name: '' }; // Ok -> одинаковые поля
let v2: IAnimal = { name: '', age: 0 }; // Ошибка -> полей больше
let v3: IAnimal = {}; // Ошибка -> полей меньше

let v4: IAnimal = equal; // Ok -> одинаковые поля
let v5: IAnimal = more; // Ok -> полей больше
let v6: IAnimal = less; // Ошибка -> полей меньше

f1({ name: '' }); // Ok -> одинаковые поля
f1({ name: '', age: 0 }); // Ошибка -> больше полей
f1({}); // Ошибка -> полей меньше

f1(equal); // Ok -> одинаковые поля
f1(more); // Ok -> полей больше
f1(less); // Ошибка -> полей меньше
```

Остается только добавить, что выбор в сторону структурной типизации был сделан по причине того, что подобное поведение очень схоже с поведением самого *JavaScript*, который имеет утиную типизацию. Можно представить удивление *Java* или *C#* разработчиков, которые впервые увидят структурную типизацию на примере *TypeScript*. Сложно представить выражение лица заядлых теоретиков, когда они увидят, что сущность птицы совместима с сущностью рыбы. Но если угнетать ситуацию, выдумывая нереальные примеры, которые из-за структурной типизации приведут к немыслимым последствиям, то вероятность того, что при разработке возникнет хоть одна ошибка, связанная со структурной типизацией, настолько мала, что даже не стоит обращать на это внимание.

# 40 Типизация - Совместимость функций

## 40.1 Типизация (Function Types) — важно

Важной частью работы с функциями является понимание совместимости функциональных типов. Одни правила совместимости функциональных типов являются более очевидными, нежели другие. При первом знакомстве с ними, может сложиться неправильное впечатление из-за отрыва их от глобального замысла,

Для того чтобы понять замысел создателей *TypeScript*, нужно детально разобрать каждый момент, но прежде стоит уточнить одну деталь. В примерах, которые будут обсуждаться в главе, посвященной типизации функциональных типов, будет использоваться уточняющий шаблон

`: Target = Source`.

Кроме того, объектные типы, указанные в сигнатуре функции, ведут себя также, как было описано в главе, посвященной совместимости объектных типов.

## 40.2 Типизация (Function Types) - совместимость параметров

Первое, на что стоит обратить внимание, это параметры функции. На параметры функции приходится наибольшее количество неоднозначностей, связанных с совместимостью.

Начать стоит с того, что две сигнатуры считаются совместимыми, если они имеют равное количество параметров с совместимыми типами данных.

```
type T1 = (p1: number, p2: string) => void;
```

```
let v1: T1 = (p3: number, p4: string) => {}; // Ok -> разные идентификаторы
```

```
let v2: T1 = (p1: number, p2: boolean) => {}; // Error
```

При этом стоит заметить, что идентификаторы параметров не участвуют в проверке на совместимость.

```
type T1 = (...rest: number[]) => void;
```

```
let v1: T1 = (...numbers: number[]) => {}; // Ok -> разные идентификаторы
```

Кроме того, параметры, помеченные как необязательные, учитываются только тогда, когда они участвуют в проверке на совместимость по признакам количества параметров.

```
type T1 = (p1: number, p2?: string) => void;
```

```
let v1: T1 = (p1: number) => {}; // Ok
```

```
let v2: T1 = (p1: number, p2: string) => {}; // Ok или Error с включенным флагом --strictNullChecks
```

```
let v3: T1 = (p1: number, p2: boolean) => {}; // Error
```

```
let v4: T1 = (p1: number, p2?: boolean) => {}; // Error
```



Функция, которая имеет в параметрах остаточные параметры, будет двусторонне совместима с любой функцией, так как остаточные параметры расцениваются как параметры, которые могут принадлежать к любому типу данных и чье количество находится в диапазоне от нуля до бесконечности.

```
type T1 = (...rest: any[]) => void;
type T2 = (p0: number, p1: string) => void;

let v0: T1 = (...rest) => {};
let v1: T2 = (p0, p1) => {};

let v2: T1 = v1; // Ok
let v3: T2 = v0; // Ok
```

В случае, если перед остаточными параметрами объявлены обязательные параметры, то функция будет совместима с любой другой функцией, которая совместима с обязательной частью.

```
type T0 = (p0: number, ...rest: any[]) => void;
type T1 = (p0: number, p1: string) => void;
type T2 = (p0: string, p1: string) => void;

let v0: T0 = (p0, ...rest) => {};
let v1: T1 = (p0, p1) => {};
let v2: T2 = (p0, p1) => {};

let v3: T0 = v1; // Ok
let v4: T1 = v0; // Ok
let v5: T2 = v0; // Error
let v6: T0 = v2; // Error
```

Следующий, один из неочевидных моментов совместимости функциональных типов, заключается в том, что сигнатура с меньшим числом параметров, совместима с сигнатурой, с большим числом параметров, но не наоборот. Это правило верно при условии соблюдения предыдущих правил, относящихся к совместимости типов.

```
type T0 = (p0: number, p1: string) => void;
type T1 = () => void;

let v0: T0 = () => {}; // Ok
let v1: T0 = (p: number) => {}; // Ok
let v3: T1 = (p?: number) => {}; // Ok -> необязательный параметр
let v4: T1 = (p: number) => {}; // Error -> обязательных параметров больше чем в типе T1
```

На данный момент уже известно, что два объектных типа ( $:T = S$ ), на основании структурной типизации, считаются совместимыми, если в типе  $S$  присутствуют все признаки типа  $T$ . Помимо

этого, тип `S` может быть более специфическим, чем тип `T`. Простыми словами, тип `S`, помимо всех признаков, присущих в типе `T`, также может иметь признаки, которые в типе `T` отсутствуют, но не наоборот. Простыми словами, больший тип совместим с меньшим типом данных. В случае с параметрами функциональных типов, все с точностью наоборот.

```
type T = (p0: number) => void;

let v0: T = (p0) => {}; // Ok, такое же количество параметров
let v1: T = () => {}; // Ok, параметров меньше
let v2: T = (p0, p1) => {}; // Error, параметров больше
```

Такое поведение проще всего объяснить на примере работы с методами массива. За основу будет взята декларация метода `forEach` из библиотеки `lib.es5.d.ts`.

```
forEach(callbackfn: (value: T, index: number, array: T[]) => void, thisArg?: any): void;
```

В данном случае нужно обратить внимание на функциональный тип первого параметра, в котором задекларировано три других параметра.

```
callbackfn: (value: T, index: number, array: T[]) => void;
```

Если бы функциональный тип с большим числом параметров не был совместим с функциональным типом с меньшим числом параметров, то при работе с методом `forEach`, при необходимости только в одном, первом параметре, обязательно бы приходилось создавать callback со всеми тремя параметрами, что привело бы к излишнему коду.

```
class Animal { name: string; }
class Elephant extends Animal {}
class Lion extends Animal {}

let animals: Animal[] = [
    new Elephant(),
    new Lion()
];

let animalNames: string[] = [];

animals.forEach((value, index, source) => { // Плохо
    animalNames.push(value.name);
});

animals.forEach(value => { // Хорошо
    animalNames.push(value.name);
});
```

Кроме того, обобщенные функции, чьим параметрам в качестве типа указан параметр типа, проверяются на совместимость по стандартному сценарию.

```
function f0<T>(p0: T): void {}
function f1<T, S>(p0: T, p1: S): void {}

type T0 = typeof f0;
type T1 = typeof f1;

let v0: T0 = f1; // Error
let v1: T1 = f0; // Ok
```

Также стоит знать, что параметры, принадлежащие к конкретным типам, совместимы с параметрами, которым в качестве типов указаны параметры типа, но не наоборот.

```
function f0<T>(p: T): void {}
function f1(p: number): void {}

type T0 = typeof f0;
type T1 = typeof f1;

let v0: T0 = f1; // Error, параметр типа T не совместим с параметром типа number
let v1: T1 = f0; // Ok, параметр типа number совместим с параметром типа T
```

Помимо того, что две сигнатуры считаются совместимыми, в случаях, в которых участвующие в проверке параметры принадлежат к одному типу, они также считаются совместимыми, если параметры принадлежат к совместимым типам данных. С этим связана ещё одна неочевидность.

Как известно, в контексте объектных типов, если тип `T1` не идентичен полностью типу `T2`, и при этом тип `T1` совместим с типом `T2`, то значит тип `T2` будет совместим с типом `T1` через операцию приведения типов.

```
class T0 { f0: number; }
class T1 { f0: number; f1: string; }
let v0: T0 = new T1(); // Ok -> неявное преобразование типов

let v1: T1 = new T0(); // Error
let v2: T1 = new T0() as T1; // Ok -> явное приведение типов
```

С типами в аннотации параметров функций все то же самое, только не требуется явного преобразование типов. Такое поведение называется бивариантностью (глава [Экспурс в типизацию - Совместимость типов на основе вариантности](#)) параметров и создано для того, чтобы сохранить совместимость с распространенными в *JavaScript* практиками.

```

class T0 { f0: number; }
class T1 { f0: number; f1: string; }

function f0(p: T1): void {}
function f1(p: T0): void {}

type FT0 = typeof f0;
type FT1 = typeof f1;

// бивариантное поведение
let v0: FT0 = f1; // Ok, параметр с типом T1 совместим с параметром принадлежащим к
типу T0. Кроме того, тип T1 совместим с типом T0.
let v1: FT1 = f0; // Ok, параметр с типом T0 совместим с параметром принадлежащем к
типу T1. Но тип T0 не совместим с типом T1 без явного приведения.

```

Изменить поведение бивариантного сопоставления параметров можно с помощью опции компилятора `--strictFunctionTypes`. Установив флаг `--strictFunctionTypes` в `true`, сопоставление будет происходить по контрвариантным правилам (глава [Экспурс в типизацию - Совместимость типов на основе варианности](#)).

```

class T0 { f0: number; }
class T1 { f0: number; f1: string; }

function f0(p: T1): void {}
function f1(p: T0): void {}

type FT0 = typeof f0;
type FT1 = typeof f1;

// контрвариантное поведение
let v0: FT0 = f1; // Ok
let v1: FT1 = f0; // Error

```

## 40.3 Типизация (Function Types) - совместимость возвращаемого значения

Первое, на что стоит обратить внимание, это ожидаемое поведение при проверке на совместимость возвращаемых типов данных. Другими словами, две сигнатуры считаются совместимыми, если их типы, указанные в аннотации возвращаемого значения, совместимы по правилам структурной типизации, которой подчиняются все объекты в *TypeScript*.

```

class T0 { f0: number; }
class T1 { f0: number; f1: string; }

type FT0 = () => T0;
type FT1 = () => T1;

```

```
let v0: FT0 = () => new T1(); // Ok
let v1: FT1 = () => new T0(); // Error
```

Исключением из этого правила составляет примитивный тип данных `void`. Как стало известно из главы посвященной типу данных `void`, в обычном режиме он совместим только с типами `null` и `undefined`, так как они являются его подтипами. При активной опции `--strictNullChecks`, примитивный тип `void` совместим только с типом `undefined`.

```
let v0: void = null; // Ok and Error с включенным флагом strictNullChecks
let v1: void = undefined; // Ok
```

Но это правило неверно, если тип `void` указан в аннотации возвращаемого из функции значения. В случаях, когда примитивный тип `void` указан в качестве возвращаемого из функции типа данных, он совместим со всеми типами данных, без исключения.

```
type T = () => void;

let v0: T = () => 0; // Ok
let v1: T = () => ''; // Ok
let v2: T = () => true; // Ok
let v3: T = () => ({}); // Ok
```

Причину, по которой поведение типа `void`, в случаях указания его в аннотации возвращаемого из функции значения, было изменено, лучше рассмотреть на примере работы с массивом, а точнее его методом `forEach`.

Предположим, есть два массива. Первый массив состоит из элементов, принадлежащих к объектному типу, у которого определено поле `name`. Второй массив предназначен для хранения строк, и имеет длину, равную `0`.

```
class Animal {
  name: string;
}

let animals: Animal[] = [
  new Animal(),
  new Animal()
];
```

Задача заключается в получении имен объектов из первого массива с последующим сохранением их во второй массив.

Для этого создадим callback-стрелочную функцию. Слева от стрелки будет расположен один параметр `value`, а справа — операция сохранения имени во второй массив с помощью метода `push`.

Если обратиться к декларации метода массива `forEach`, то можно убедиться, что в качестве функции обратного вызова этот метод принимает функцию, у которой отсутствует возвращаемое значение.

```
forEach(callbackfn: (value: T, index: number, array: T[]) => void, thisArg?: any): void;
```

Но в нашем случае, в теле функции обратного вызова происходит операция добавления элемента в массив. Результатом этой операции является значение длины массива. То есть, метод `push` возвращает значение, принадлежащий к типу `number`, которое в свою очередь возвращается из стрелочной функции обратного вызова, переданного в метод `forEach`, у которого этот параметр задекларирован как функция возвращающая тип `void`, что противоречит возвращенному типу `number`. В данном случае отсутствие ошибки объясняется совместимостью типа `void`, используемого в функциональных типах, со всеми остальными типами.

```
class Animal { name: string; }
```

```
let animals: Animal[] = [  
    new Animal(),  
    new Animal()  
];
```

```
let animalNameAll: string[] = [];
```

```
animalNameAll.forEach( animal => animalNameAll.push( animal.name ) ); // forEach  
ожидает () => void, а получает () => number, так как стрелочная функция без тела неявно  
возвращает значение, возвращаемое методом push.
```

И напоследок стоит упомянуть, что две обобщенные функции считаются совместимы, если у них в аннотации возвращаемого значения указан параметр типа.

~~~~~typescript

```
function f0<T>(p: T): T { return p; }  
function f1<S>(p: S): S { return p; }
```

```
type T0 = typeof f0;  
type T1 = typeof f1;
```

```
let v0: T0 = f1; // Ok  
let v1: T1 = f0; // Ok
```

Кроме того, параметр типа совместим с любым конкретным типом данных, но не наоборот.

```
function f0<T>(p: T): T { return p; }  
function f1(p: number): number { return p; }
```

```
type T0 = typeof f0;  
type T1 = typeof f1;
```

```
let v0: T0 = f1; // Error  
let v1: T1 = f0; // Ok
```

## 41 Типизация в TypeScript

### 41.1 Типизация в TypeScript

Самое время взять паузу и рассмотреть типизацию в *TypeScript* более детально через призму полученных знаний.

Итак, что известно о *TypeScript*? *TypeScript* это язык:

1. Статически типизированный с возможностью динамического связывания
2. Сильно типизированный
3. Явно типизированный с возможностью вывода типов
4. Совместимость типов в *TypeScript* проходит по правилам структурной типизации
5. Совместимость типов зависит от вариантности, чей конкретный вид определяется конкретным случаем

Кроме этого, существуют понятия, которые входят в уже упомянутые, но в *TypeScript* вынесены в отдельные определения. Именно поэтому они будут рассматриваться отдельно. Такими понятиями являются:

1. Наилучший общий тип
2. Контекстный тип

Начнем с повторения определений в том порядке, в котором они были перечислены.

### 41.2 Статическая типизация (static typing)

Статическая типизация обуславливается тем, что связывание с типом данных происходит на этапе компиляции и при этом тип не может измениться на протяжении всего своего существования.

### 41.3 Сильная типизация (strongly typed)

Язык с *сильной типизацией* не позволяет операции с несовместимыми типами данных, а также не выполняет явного преобразования типов.

## 41.4 Явно типизированный (explicit typing) с выводом типов (type inference)

Язык с *явной типизацией* предполагает, что указание типов будет выполнено разработчиком. Но современные языки с явной типизацией имеют возможность указывать типы неявно. Это становится возможным за счет вывода типов.

*Вывод типов* — это возможность компилятора (интерпретатора) самостоятельно выводить-указывать тип данных на основе анализа выражения.

## 41.5 Совместимость типов (Type Compatibility), структурная типизация (structural typing)

*Совместимость типов* — это механизм, по которому происходит сравнение типов.

Простыми словами, совместимость типов — это совокупность правил, на основе которых программа, анализируя два типа данных, приходит к выводу, производить над ними операции, считая их совместимыми, либо они нуждаются в преобразовании.

Правила совместимости типов делятся на три вида, один из которых имеет название структурная типизация.

*Структурная Типизация* - это принцип, определяющий совместимость типов, основываясь не на иерархии наследования или явной реализации интерфейсов, а на их описании.

С определениями закончили, осталось закрепить конкретными примерами.

[ 1 ] Сильная типизация в *TypeScript* проявляет себя в случаях, схожих с операцией сложения числа с массивом. В этом случае компилятор выбрасывает ошибки.

```
const value = 5 + []; // Error
```

[ 2 ] Статическая типизация в *TypeScript* проявляется в том, что к моменту окончания компиляции компилятор уже знает, к какому конкретному типу принадлежат все конструкции, нуждающиеся в аннотации типа.

[ 3 ] В *TypeScript*, если тип не указывается явно, компилятор с помощью вывода типов выводит и указывает тип самостоятельно.

```
var animal: Animal = new Animal(); // animal: Animal
var animal = new Animal(); // animal: Animal
```

[ 4 ] Несмотря на то, что `Bird` и `Fish` не имеют явно заданного общего предка, `TypeScript` разрешает присваивать экземпляр класса `Fish` переменной с типом `Bird` (и наоборот).

```
class Bird { name; }
class Fish { name; }
```

```
var bird: Bird = new Fish();
var fish: Fish = new Bird();
```



В таких языках, как *Java* или *C#*, такое поведение недопустимо. В *TypeScript* это становится возможно из-за структурной типизации.

Так как совместимость типов происходит на основе описания типов, то в первом случае компилятор запоминает все члены типа `Fish` и, если он находит аналогичные члены в типе `Bird`, типы считаются совместимы. То же самое компилятор проделывает тогда, когда во втором случае присваивает экземпляр класса `Bird` переменной с типом `Fish`. Так как оба типа имеют по одному полю, с одинаковым типом и идентификатором, то они считаются совместимыми.

Если добавить классу `Bird` поле `wings`, то при попытке присвоить его экземпляр переменной с типом `Fish` возникнет ошибка, так как в типе `Fish` отсутствует поле `wings`. Обратное действие, то есть присвоение экземпляра класса `Bird` переменной с типом `Fish`, ошибки не вызовет, так как в типе `Bird` будут найдены все члены, объявленные в типе `Fish`.

```
class Bird { name; wings; }
class Fish { name; }

var bird: Bird = new Fish(); // Error
var fish: Fish = new Bird();
```

Стоит добавить, что правилам структурной типизации подчиняются все объекты в *TypeScript*. А, как известно, в *JavaScript* все, кроме примитивных типов, объекты. Это же утверждение верно и для *TypeScript*.

С первыми четырьмя пунктами разобрались. Двигаемся дальше.

## 41.6 Вариантность (variance)

Простыми словами, вариантность — это механизм, определяющий правила, на основе которых принимается решение о совместимости двух типов. Правила зависят от конкретного вида вариантности — ковариантность, контравариантность, бивариантность и инвариантность. В случае с *TypeScript* нас интересуют первые три.

Ковариантность позволяет большему типу быть совместимым с меньшими типом.

```
interface IAnimal {
    type: string;
}

interface IBird extends IAnimal {
    fly(): void;
}

function f0(): IAnimal {
    const v: IAnimal = {
        type: 'animal'
    };

    return v;
```

```
}
```

```
function f1(): IBird {  
    const v: IBird = {  
        type: 'bird',  
        fly() {  
  
        }  
    };  
  
    return v;  
}
```

```
type T0 = typeof f0;  
type T1 = typeof f1;
```

```
let v0: T0 = f1; // Ok  
let v1: T1 = f0; // Error
```

Контравариантность позволяет меньшему типу быть совместимым с большим типом.

```
interface IAnimal {  
    type: string;  
}  
  
interface IBird extends IAnimal {  
    fly(): void;  
}
```

```
function f0(p: IAnimal): void {}  
function f1(p: IBird): void {}
```

```
type T0 = typeof f0;  
type T1 = typeof f1;
```

```
let v0: T0 = f1; // Error  
let v1: T1 = f0; // Ok
```

Бивариантность, доступная исключительно для параметров функций при условии, что флаг `--strictFunctionTypes` установлен в значение `false`, делает возможной совместимость как большего типа с меньшим, так и наоборот — меньшего с большим.

```
interface IAnimal {  
    type: string;
```

```

}

interface IBird extends IAnimal {
    fly(): void;
}

function f0(p: IAnimal): void {}
function f1(p: IBird): void {}

type T0 = typeof f0;
type T1 = typeof f1;

let v0: T0 = f1; // Ok, (--strictFunctionTypes === false)
let v1: T1 = f0; // Ok

```

Не будет лишним упомянуть, что бивариантность снижает уровень типобезопасности программы и поэтому рекомендуется вести разработку с флагом `--strictFunctionTypes` установленным в значение `true`.

## 41.7 Наилучший общий тип (Best common type)

С выводом типов в *TypeScript* связано такое понятие, как наилучший общий тип. Это очень простое правило, название которого в большей мере раскрывает его суть.

Как уже было сказано, *TypeScript* — статически типизированный язык, и поэтому он пытается всему указать типы. В случаях, когда тип не был указан явно, в работу включается вывод типов. Предположим, что существует массив, ссылка на который присваивается переменной, объявленной без явного указания типа. Для того, чтобы вывод типов смог вывести тип для переменной, ему нужно проанализировать данные, которые хранятся в массиве (если они хранятся).

По легенде, существуют два класса `Elephant` и `Lion`, которые расширяют класс `Animal`. И экземпляры всех трех классов хранятся в массиве, ссылку на который присваивается переменной.

```

class Animal {}
class Elephant extends Animal {}
class Lion extends Animal {}

const animalAll = [
    new Elephant(),
    new Lion(),
    new Animal()
]; // animalAll: Elephant[]

```

Так как *TypeScript* проверяет совместимость типов по правилам структурной типизации, а все три типа идентичны с точки зрения их описания, то с точки зрения вывода типов все три типа выглядят идентичными. Поэтому, скорее всего вывод типов укажет переменной тип данных первого элемента массива.

Если типу `Elephant` будет добавлено поле, например, хобот (`trunk`), что сделает его отличным от всех, то вывод типов будет вынужден указать массиву базовый для всех типов тип данных `Animal`.

```
class Animal {}
class Elephant extends Animal { trunk; }
class Lion extends Animal {}

const animalAll = [
  new Elephant(),
  new Lion (),
  new Animal()
]; // animalAll: Animal[]
```

В случае, если в массиве не будет присутствовать базовый для всех типов тип `Animal`, то вывод типов укажет в качестве типа массива тип `Lion`. Сделает он это потому что из двух типов, присутствующих в массиве, тип `Lion`, совместим с каждым из них. Тип `Lion` считается совместимым с типом `Elephant` потому, что все члены описанные в типе `Lion` присутствуют в типе `Elephant`. В данном случае в типе `Lion` вообще не описано ни одного члена. А то что вывод типов не привел массив, как ранее, к базовому типу `Animal`, наглядно иллюстрирует то, что вывод типов делает заключение на основе анализа конкретного выражения. В данном случае выражением является литерал массива, в который заключены два типа `Elephant` и `Lion`. Базового типа `Animal` в этом выражении нет, и поэтому вывод типов не берет его в расчет.

```
class Animal {}
class Elephant extends Animal { trunk; }
class Lion extends Animal {}

let animalAll = [
  new Elephant(),
  new Lion()
]; // animalAll: Lion[]
```

После того, как типу `Lion` тоже будет добавлено уникальное поле, скажем, грива (`mane`), выводу типов ничего не останется, кроме как указать в качестве типа массива тип объединение (`union`), состоящий из типов `Elephant` и `Lion`.

```
class Animal {}
class Elephant extends Animal { trunk; }
class Lion extends Animal { mane; }

let animalAll = [
  new Elephant(),
```

```
new Lion()  
]; // animalAll: (Elephant | Lion)[]
```

Как видно, ничего неожиданного или сложного в теме наилучшего общего типа совершенно нет.

## 41.8 Контекстный тип (Contextual Type)

Контекстным называется тип, который при не явном объявлении указывается за счет декларации контекста, а не с помощью вывода типов.

Лучшим примером контекстного типа может служить подписка `document` на событие мыши `mousedown`. Так как у слушателя события, тип параметра `event` не указан явно, а также ему в момент объявления не было присвоено значение, то, как мы уже знаем, вывод типов должен был указать тип `any`. Но в данном случае компилятор указывает тип `MouseEvent`, потому что именно он указан в декларации типа слушателя событий. В случае подписания `document` на событие `keydown`, компилятор указывает тип как `KeyboardEvent`.

```
document.addEventListener('mousedown', (event) => { }); // event: MouseEvent  
document.addEventListener('keydown', (event) => { }); // event: KeyboardEvent
```

Для того чтобы понять, как это работает, опишем случай из жизни зоопарка, а именно — представление с морским львом. Для этого создадим класс морской лев `SeaLion` и объявим в нем два метода: вращаться (`rotate`) и голос (`voice`).

```
class SeaLion {  
  rotate(): void { }  
  voice(): void { }  
}
```

Далее, создадим класс дрессировщик `Trainer` и объявим в нем метод `addEventListener` с двумя параметрами: `type` с типом `string` и `handler` с типом `Function`.

```
class Trainer {  
  addEventListener(type: string, handler: Function) {}  
}
```

Затем объявим два класса события, выражающие команды дрессировщика `RotateTrainerEvent` и `VoiceTrainerEvent`.

```
class RotateTrainerEvent {}  
class VoiceTrainerEvent {}
```

После объявим два псевдонима ( `type` ) для литеральных типов `string` . Первому зададим имя `RotateEventType` и в качестве значения присвоим строковой литерал `"rotate"` . Второму зададим имя `VoiceEventType` и в качестве значения присвоим строковой литерал `"voice"` .

```
type RotateEventType = "rotate";
type VoiceEventType = "voice";
```

Теперь осталось только задекларировать ещё два псевдонима типов для функциональных типов, у обоих из которых будет один параметр `event` и отсутствовать возвращаемое значение. Первому псевдониму зададим имя `RotateTrainerHandler` , а его параметру установим тип `RotateTrainerEvent` . Второму псевдониму зададим имя `VoiceTrainerHandler` , а его параметру установим тип `VoiceTrainerEvent` .

```
type RotateTrainerHandler = (event: RotateTrainerEvent) => void;
type VoiceTrainerHandler = (event: VoiceTrainerEvent) => void;
```

Соберём части воедино. Для этого в классе дрессировщик `Trainer` перегрузим метод `addEventListener` . У первого перегруженного метода параметр `type` будет иметь тип `RotateEventType` , а параметру `handler` укажем тип `RotateTrainerHandler` . Второму перегруженному методу в качестве типа параметра `type` укажем `VoiceEventType` , а параметру `handler` укажем тип `VoiceTrainerHandler` .

```
class Trainer {
  addEventListener(type: RotateEventType, handler: RotateTrainerHandler);
  addEventListener(type: VoiceEventType, handler: VoiceTrainerHandler);
  addEventListener(type: string, handler: Function) {}
}
```

Осталось только убедиться что все работает правильно. Для этого создадим экземпляр класса `Trainer` и подпишемся на события. Сразу же можно увидеть подтверждение того, что цель достигнута. У слушателя события `RotateTrainerEvent` параметру `event` указан контекстный тип `RotateTrainerEvent` . А слушателю события `VoiceTrainerEvent` параметру `event` указан контекстный тип `VoiceTrainerEvent` .

```
type RotateTrainerHandler = (event: RotateTrainerEvent) => void;
type VoiceTrainerHandler = (event: VoiceTrainerEvent) => void;
```

```
type RotateEventType = "rotate";
type VoiceEventType = "voice";
```

```
class RotateTrainerEvent {}
class VoiceTrainerEvent {}
```

```

class SeaLion {
    rotate(): void {}
    voice(): void {}
}

class Trainer {
    addEventListener(type: RotateEventType, handler: RotateTrainerHandler);
    addEventListener(type: VoiceEventType, handler: VoiceTrainerHandler);
    addEventListener(type: string, handler: Function) {}
}

let seaLion: SeaLion = new SeaLion();

let trainer: Trainer = new Trainer();
trainer.addEventListener('rotate', (event) => seaLion.rotate());
trainer.addEventListener('voice', (event) => seaLion.voice());

```

## 41.9 Итог

*TypeScript* — это статически типизированный язык, а это говорит о том, что значение связывается с типом данных на этапе компиляции, при этом тип остается неизменным.

*TypeScript* — это язык с сильной типизацией, которая не позволяет операции с несовместимыми типами данных и не выполняет их неявных преобразований в случаях, в которых требуется явное приведение.

*TypeScript* — это явно типизированный язык с возможностью вывода типов. Это говорит о том, что *TypeScript* настаивает на указании типов явно, а в случаях неявного указания прибегает к выводу типов.

*TypeScript* проверяет типы на совместимость на основе правил структурной типизации, при которой два типа считаются совместимыми, если у приводимого типа найдены все члены типа, к которому приводят.

Наилучший общий тип выбирается на основе типов данных, присутствующих в выражениях.

Контекстный тип устанавливается не за счет вывода типов, а за счет контекста.

## 42 Оператор keyof, Lookup Types, Mapped Types, Mapped Types - префиксы + и -

### 42.1 Оператор keyof, Lookup Types, Mapped Types, Mapped Types - префиксы + и -

Для того, чтобы повысить уровень выявления ошибок и при этом сократить время разработки программы, создатели *TypeScript* не прекращают радовать разработчиков добавлением новых возможностей для взаимодействия с типами данных. Благодаря усилиям разработчиков со всего земного шара, стало осуществимо получать объединенный тип, состоящий как из ключей, так и из значений описания типов данных. Кроме этого, стало возможно итерировать типы данных.

## 42.2 Запрос ключей keyof

В *TypeScript* существует возможность выводить все публичные не статические принадлежащие типу ключи и на их основе создавать литеральный объединенный тип (`Union`). Для получения ключей нужно указать оператор `keyof`, после которого указан тип данных, чьи ключи будут объединены в тип `Union - keyof Type`.

Оператор `keyof` может применяться к любому типу данных.

```
type AliasType = { f1: number, f2: string };

interface IInterfaceType {
  f1: number;
  f2: string;
}

class ClassType {
  f1: number;
  f2: string;
}

let v1: keyof AliasType; // v1: "f1" | "f2"
let v2: keyof IInterfaceType; // v2: "f1" | "f2"
let v3: keyof ClassType; // v3: "f1" | "f2"
let v4: keyof number; // v4: "toString" | "toFixed" | "toExponential" | "toPrecision" |
"valueOf" | "toLocaleString"
```

Как уже было замечено, оператор `keyof` выводит только публичные не статические ключи типа.

```
class Type {
  public static fieldClass: number;
  public static methodClass(): void {}

  private privateField: number;
  protected protectedField: string;
  public publicField: boolean;

  public constructor() {}

  public get property(): number { return NaN; }
  public set property(value: number) {}
  public instanceMethod(): void {}
}

let v1: keyof Type; // a: "publicField" | "property" | "instanceMethod"
```



В случае, если тип данных не содержит публичных ключей, оператор `keyof` выведет тип `never`.

```
type AliasType = {};  
  
interface IInterfaceType {}  
  
class ClassType {  
    private f1: number;  
    protected f2: string;  
}  
  
let v1: keyof AliasType; // v1: never  
let v2: keyof IInterfaceType; // v2: never  
let v3: keyof ClassType; // v3: never  
let v4: keyof object; // v4: never
```

Оператор `keyof` также может использоваться в объявлении обобщенного типа данных. Точнее, с помощью оператора `keyof` можно получить тип, а затем расширить его параметром типа. Важно понимать, что в качестве значения по умолчанию может выступать только тип, совместимый с объединенным типом, полученным на основе ключей.

```
function f1<T, U extends keyof T = keyof T>(): void {}
```

Напоследок стоит упомянуть об одном не очевидном моменте: оператор `keyof` можно совмещать с оператором `typeof` (Type Queries).

```
class Animal {  
    public name: string;  
    public age: number;  
}  
  
let animal = new Animal();  
  
let type: typeof animal; // type: { name: string; age: number; }  
let union: keyof typeof animal; // union: "name" | "age"
```

## 42.3 Поиск типов (Lookup Types)

Если оператор `keyof` выбирает все доступные ключи, то с помощью поиска типов можно получить заданные типы по известным ключам. Получить связанный с ключом тип можно с помощью скобочной нотации, в которой через оператор вертикальная черта `|` будут перечислены от одного и более ключа, существующего в типе. В качестве типа данных могут выступать только интерфейсы, классы и в ограниченных случаях операторы типа.

В случаях, когда в качестве типа данных выступает интерфейс, то получить можно все типы, без исключения. При попытке получить тип несуществующего ключа возникнет ошибка.

```
interface IInterfaceType {
  p1: number;
  p2: string;
}

let v1: IInterfaceType['p1']; // v1: number
let v2: IInterfaceType['p2']; // p2: number
let union: IInterfaceType['p1' | 'p2']; // union: number | string
let notexist: IInterfaceType['notexist']; // Error -> Property 'notexist' does not
exist on type 'IAnimal'
```

Если в качестве типа выступает класс, то получить типы можно только у членов его экземпляра. При попытке получить тип несуществующего члена возникнет ошибка.

```
class ClassType {
  public static publicFieldClass: number;

  public publicInstanceField: number;
  protected protectedInstanceField: string;
  private privateInstanceField: boolean;

  public get propertyInstance(): number { return NaN; }
  public set propertyInstance(value: number) {}

  public methodInstance(): void {}
}

let publicFieldClass: ClassType['publicFieldClass']; // Error

let publicFieldInstance: ClassType['publicInstanceField']; // publicFieldInstance:
number
let protectedFieldInstance: ClassType['protectedInstanceField']; //
protectedFieldInstance: string
let privateFieldInstance: ClassType['privateInstanceField']; // privateFieldInstance:
boolean
let propertyInstance: ClassType['propertyInstance']; // propertyInstance: number
let methodInstance: ClassType['methodInstance']; // methodInstance: () => void

let notexist: ClassType['notexist']; // Error
```

Нельзя переоценить вклад возможностей поиска типов, которые пришлось на динамическую часть типизированного мира *TypeScript*. Благодаря поиску типов в паре с оператором `keyof` появилась возможность, позволяющая выводу типов устанавливать связь между динамическими ключами и их

типами. Это в свою очередь позволяет производить дополнительные проверки, которые повышают "типобезопасность" кода.

```
class Model<T> {
    constructor(private entity: T) {}

    public getValueByName<U extends keyof T>(key: U): T[U] {
        return this.entity[key];
    }
}

interface IAnimalModel {
    id: string;
    age: number;
}

let json = '{"id": "animal", "age": 0}';
let entity: IAnimalModel = JSON.parse(json);

let userModel: Model<IAnimalModel> = new Model(entity);

let id = userModel.getValueByName('id'); // id: string
let age = userModel.getValueByName('age'); // age: number
```

## 42.4 Сопоставление типов (Mapped Types)

Сопоставленные типы — это типы данных, которые при помощи механизма итерирования модифицируют лежащие в основе конкретные типы данных.

В `TypeScript` существует возможность определения типа данных, в качестве ключей которого выступает множество, элементами которого являются литеральные строковые типы данных, в том числе и составляющие тип объединение (`Union`). Подобные типы обозначаются как *сопоставленные типы* данных (`Mapped Types`) и определяются исключительно на основе псевдонимов типов (`Type Alias`), объявление которых осуществляется при помощи ключевого слова `type`. Тело сопоставимого типа, заключенное в фигурные скобки `{}`, включает в себя одно единственное выражение, состоящее из двух частей, разделенных двоеточием.

```
type СопоставимыйТип = {
    ЛеваяЧастьВыражения: ПраваяЧастьВыражения;
}
```

В левой части выражения располагается обрамленное в квадратные скобки `[]` выражение, предназначенное для работы с множеством, а в правой части определяется произвольный тип данных.

```
type СопоставимыйТип = {  
    [ВыражениеДляРаботыСМножеством]: ПроизвольныйТипДанных;  
}
```

Выражение для работы со множеством определяет механизм, предназначенный для итерирования элементами этого множества, и также состоит из двух частей, разделенных оператором `in` (`[ЛевыйОперанд in ПравыйОперанд]`). В качестве левого операнда указывается произвольный идентификатор, которому в процессе итерирования элементами множества, указанного в качестве правого операнда, последовательно будет присвоено их строковое представление (`[ПроизвольныйИдентификатор in Множество]`).

```
type СопоставимыйТип = {  
    [ПроизвольныйИдентификатор in Множество]: ПроизвольныйТипДанных;  
}
```

Как уже было сказано, в роли идентификатора может выступать любой идентификатор.

```
type СопоставимыйТип = {  
    [Key in Множество]: ПроизвольныйТипДанных;  
}
```

// или

```
type СопоставимыйТип = {  
    [K in Множество]: ПроизвольныйТипДанных;  
}
```

Множество может быть определено как единственным литеральным строковым типом (`"ElementLiteralStringType"`), так и его множеством, составляющим тип объединения (`Union Type`) (`"FirstElementLiteralStringType" | "SecondElementLiteralStringType"`).

// множество с одним элементом

```
type СопоставимыйТип = {  
    [K in "FirstLiteralStringType"]: ПроизвольныйТипДанных;  
}
```

// или

// множество с несколькими элементами

```
type СопоставимыйТип = {  
    [K in "FirstLiteralStringType" | "SecondLiteralStringType"] : ПроизвольныйТипДанных;  
}
```

// или

```
type LiteralStringType = "FirstLiteralStringType" | "SecondLiteralStringType";
```

```
// множество с несколькими элементами вынесенных в тип Union
```

```
type СопоставимыйТип = {  
    [K in LiteralStringType]: ПроизвольныйТипДанных;  
}
```

Результатом определения сопоставленного типа является объектный тип, состоящий из ключей (строковым представлением элементов множества), ассоциированных с произвольным типом.

```
type ABC = "a" | "b" | "c";
```

```
type ABCWithString = {  
    [K in ABC]: string;  
}
```

```
// или
```

```
type ABCWithNumber = {  
    [K in ABC]: number;  
}
```

```
declare function abcWithString(params: ABCWithString): void;
```

```
abcWithString({a: '', b: '', c: ''}); // Ok  
abcWithString({}); // Error, missing properties 'a', 'b', 'c'  
abcWithString({a: '', b: ''}); // Error, missing property 'c'  
abcWithString({a: '', b: '', c: 5}); // Error, type number is not type string
```

```
declare function abcWithNumber(params: ABCWithNumber): void;
```

```
abcWithNumber({a: 0, b: 0, c: 0}); // Ok  
abcWithNumber({}); // Error, missing properties 'a', 'b', 'c'  
abcWithNumber({a: 0, b: 0}); // Error, missing property 'c'  
abcWithNumber({a: 0, b: 0, c: ''}); // Error, type string is not type number
```

От статического указания итерируемого типа мало пользы, поэтому **Mapped Types** лучше всего раскрывают свой потенциал при совместной работе с известными к этому моменту запросом ключей (**keyof**) и поиском типов (**Lookup Types**), оперирующих параметрами типа (**Generics**).

```
type MappedType<T> = {  
    [K in keyof T]: T[K];  
}
```

```
// или
```

```
type MappedType<T, U extends keyof T> = {  
    [K in U]: T[K];  
}
```

В первом случае в выражении `[P in keyof T]: T[P];` первым действием выполняется вычисление оператора `keyof` над параметром типа `T`. В его результате ключи произвольного типа преобразуются во множество, то есть в тип `Union`, элементы которого принадлежат к литеральному строковому типу данных. Простыми словами операция `keyof T` заменяется на только что полученный тип `Union [P in Union]: T[P];`, над которым на следующем действии выполняется итерация.

Во втором случае `MappedType<T, U extends keyof T>` оператор `keyof` также преобразует параметр типа `T` в тип `Union`, который затем расширяет параметр типа `U`, тем самым получая все его признаки, необходимые для итерации в выражении `[K in U]`.

С полученным в итерации `[K in U]` ключом `K` ассоциируется тип данных, который был ассоциирован с ним в исходном типе и который вычисляется с помощью механизма поиска типов `T[K]`.

Совокупность описанных механизмов позволяет создавать новый тип, идентичный исходному, что при включении в условие определения `Mapped Type` модификаторов, как например `readonly` или `?:`, позволяет определять новые модифицирующие типы данных.

```
type ReadonlyMember<T> = {  
    readonly [P in keyof T]: T[P];  
}
```

```
interface IAnimal {  
    name: string;  
    age: number;  
}
```

```
let animal: ReadonlyMember<IAnimal>; // animal: { readonly name: string; readonly age:  
number; }
```

Как уже было замечено, в правой части выражения можно указать любой тип данных, в том числе и объединенный тип, в состав которого войдет тип, полученный при помощи поиска типов.

```
type Nullable<T> = {  
    [P in keyof T]: T[P] | null;  
}
```

```
type Stringify<T> = {  
    [P in keyof T]: string;  
}
```

```
interface IAnimal {
    name: string;
    age: number;
}

let nullable: Nullable<IAnimal>; // { name: string | null; age: number | null; }
let stringify: Stringify<IAnimal>; // { name: string; age: string; }
```

Сопоставленные типы не могут содержать более одной итерации в типе, а также не могут содержать объявление других членов.

```
type AliasType<T, U> = {
    [P in keyof T]: T[P]; // Ok
    [V in keyof U]: U[V]; // Error
    f1: number; // Error
}
```

К тому же в *TypeScript* существует несколько готовых типов, таких как `Readonly<T>`, `Partial<T>`, `Record<K, T>` и `Pick<T, K>` (глава **Расширенные типы - Readonly, Partial, Required, Pick, Record**).

## 42.5 Префиксы + и - в сопоставленных типах

Сопоставленные типы позволяют добавлять модификаторы, но не позволяют их удалять, что в свою очередь имеет большое значение в случае с гомоморфными типами, которые по умолчанию сохраняют модификаторы своего базового типа (гомоморфные типы будут рассмотрены в главе **Расширенные типы - Readonly, Partial, Required, Pick, Record**).

Для разрешения этого к модификаторам в типах сопоставления были добавлены префиксы `+` и `-`, с помощью которых указывается поведение модификатора — добавить или удалить.

```
type AddModifier<T> = {
    +readonly [P in keyof T]+?: T[P]; // добавит модификаторы readonly и ? (optional)
};
type RemoveModifier<T> = {
    -readonly [P in keyof T]-?: T[P]; // удалит модификаторы readonly и ? (optional)
};

interface IWithoutModifier { field: string; }
interface IWithModifier { readonly field?: string; }

/**
 * Добавление модификаторов
 * было { field: string; }
 * стало { readonly field?: string; }
 */
```

```

let addingModifier: AddModifier<IWithoutModifier> = { field: '' };
let withoutModifier: IWithoutModifier = { field: '' };

addingModifier.field = ''; // Error
withoutModifier.field = ''; // Ok

/**
 * Удаление модификаторов
 * было { readonly field?: string; }
 * стало { field: string; }
 */
let removingModifier: RemoveModoifier<IWithModifier> = { field: '' };
let withModifier: IWithModifier = { field: '' };

removingModifier.field = ''; // Ok
withModifier.field = ''; // Error

```

## 43 Условные типы (Conditional Types)

### 43.1 Условные типы (Conditional Types)

*Условные типы* (Conditional Types) — это типы, способные принимать одно из двух значений, основываясь на выражении, в котором устанавливается принадлежность к заданному типу данных. Условные типы семантически схожи с тернарным оператором.

`T extends U ? T1 : T2`

В блоке выражения с помощью ключевого слова `extends` устанавливается принадлежность к заданному типу. Если тип, указанный слева от ключевого слова `extends`, совместим с типом, указанным по правую сторону, то условный тип будет принадлежать к типу `T1`, иначе — к типу `T2`. Стоит заметить, что в качестве типов `T1` и `T2` могут выступать, в том числе и условные типы, что в свою очередь создаст цепочку условий для определения типа.

Помимо того, что невозможно переоценить пользу от условных типов, очень сложно придумать минимальный пример, который бы эту пользу проиллюстрировал. Поэтому в этой главе будут приведены лишь бессмысленные примеры, демонстрирующие принцип их работы.

```

type T0<T> = T extends number ? string : boolean;

let v0: T0<5>; // let v0: string
let v1: T0<'text'>; // let v1: boolean

type T1<T> = T extends number | string ? object : never;

let v2: T1<5>; // let v2: object

```



```

let v3: T1<'text'>; // let v3: object
let v4: T1<true>; // let v2: never

type T2<T> = T extends number ? "Ok" : "Oops";

let v5: T2<5>; // let v5: "Ok"
let v6: T2<'text'>; // let v6: "oops"

// вложенные условные типы

type T3<T> =
  T extends number ? "IsNumber" :
  T extends string ? "IsString" :
  "Oops";

let v7: T3<5>; // let v7: "IsNumber"
let v8: T3<'text'>; // let v8: "IsString"
let v9: T3<true>; // let v9: "Oops"

```

Нужно быть внимательным, когда в условиях вложенных условных типов проверяются совместимые типы, так как порядок условий может повлиять на результат.

```

type T0<T> =
  T extends IAnimal ? "animal" :
  T extends IBird ? "bird" :
  T extends IRaven ? "raven" :
  "no animal";

type T1<T> =
  T extends IRaven ? "raven" :
  T extends IBird ? "bird" :
  T extends IAnimal ? "animal" :
  "no animal";

// всегда "animal"
let v0:T0<IAnimal>; // let v0: "animal"
let v1: T0<IBird>; // let v1: "animal"
let v2: T0<IRaven>; // let v2: "animal"

// никогда "bird"
let v3:T1<IRaven>; // let v3: "raven"
let v4: T1<IBird>; // let v4: "raven"
let v5: T1<IAnimal>; // let v5: "animal"

```

Если в качестве аргумента условного типа выступает тип-объединение ( `Union` , глава [Типы - Union, Intersection](#) ), то условия будут выполняться для каждого типа, составляющего объединенный тип.

```
interface IAnimal { type: string; }
interface IBird extends IAnimal { fly(): void; }
interface IRaven extends IBird {}
```

```
type T0<T> =
  T extends IAnimal ? "animal" :
  T extends IBird ? "bird" :
  T extends IRaven ? "raven" :
  "no animal";
```

```
type T1<T> =
  T extends IRaven ? "raven" :
  T extends IBird ? "bird" :
  T extends IAnimal ? "animal" :
  "no animal";
```

```
// всегда "animal"
let v0:T0<IAnimal | IBird>; // let v0: "animal"
let v1: T0<IBird>; // let v1: "animal"
let v2: T0<IRaven>; // let v2: "animal"

// никогда "bird"
let v3:T1<IAnimal | IRaven>; // let v3: "raven"
let v4: T1<IBird>; // let v4: "raven"
let v5: T1<IAnimal | IBird>; // let v5: "animal"
```

Помимо конкретного типа, в качестве правого (от ключевого слова `extends` ) типа также может выступать другой параметр типа.

```
type T0<T, U> = T extends U ? "Ok" : "Oops";
```

```
let v0: T0<number, any>; // Ok
let v1:T0<number, string>; // Oops
```

## 43.2 Распределительные условные типы (Distributive Conditional Types)

Условные типы, которым в качестве аргумента типа устанавливается объединенный тип ( `Union Type` , глава [Типы - Union, Intersection](#) ), называются *распределительные условные типы* ( `Distributive Conditional Types` ). Называются они так, потому что каждый тип, составляющий объединенный тип, будет распределен таким образом, чтобы выражение условного типа было выполнено для каждого. Это, в свою очередь, также может определить условный тип, как тип-объединение.

```

type T0<T> =
  T extends number ? "numeric" :
  T extends string ? "text" :
  "other";

let v0: T0<string | number>; // let v0: "numeric" | "text"
let v1: T0<string | boolean>; // let v1: "text" | "other"

```

Для лучшего понимания процесса происходящего при определении условного типа в случае, когда аргумент типа принадлежит к объединенному типу, стоит рассмотреть следующий минимальный пример, в котором будет проиллюстрирован условный тип так, как его видит компилятор.

```
// так видит разработчик
```

```

type T0<T> =
  T extends number ? "numeric" :
  T extends string ? "text" :
  "other";

let v0: T0<string | number>; // let v0: "numeric" | "text"
let v1: T0<string | boolean>; // let v1: "text" | "other"

```

```
// так видит компилятор
```

```

type T0<T> =
  // получаем первый тип, составляющий union тип (в данном случае number) и начинаем
  // подставлять его на место T

  number extends number ? "numeric" : // number соответствует number? Да! Определяем
  "numeric"
  T extends string ? "text" :
  "other"

  | // закончили определять один тип, приступаем к другому, в данном случае string

  string extends number ? "numeric" : // string соответствует number? Нет! Продолжаем.
  string extends string ? "text" : // string соответствует string? Да! Определяем
  "text".
  "other"

  // Итого: условный тип T0<string | number> определен, как "numeric" | "text"

```

### 43.3 Вывод типов в условном типе

Условные типы позволяют в блоке выражения объявлять переменные, тип которых будет устанавливаться вывод типов. Переменная типа объявляется с помощью ключевого слова `infer` и,

как уже говорилось, может быть объявлена исключительно в типе, указанном в блоке выражения, расположенном правее оператора `extends`.

Это очень простой механизм, который проще сразу рассмотреть на примере.

Предположим что нужно установить, к какому типу принадлежит единственный параметр функции.

```
function f(param: string): void {}
```

Для этого нужно создать условный тип, в условии которого происходит проверка на принадлежность к типу-функции. Кроме того, единственный параметр, вместо конкретного типа, в аннотации будет содержать объявление переменной типа.

```
type ParamType<T> = T extends (p: infer U) => void ? U : undefined;
```

```
function f0(param: number): void {}
```

```
function f1(param: string): void {}
```

```
function f2(): void {}
```

```
function f3(p0: number, p1: string): void {}
```

```
function f4(param: number[]): void {}
```

```
let v0: ParamType<typeof f0>; // let v0: number
```

```
let v1: ParamType<typeof f1>; // let v1: string
```

```
let v2: ParamType<typeof f2>; // let v2: {}
```

```
let v3: ParamType<typeof f3>; // let v3: undefined
```

```
let v4: ParamType<typeof f4>; // let v4: number[]. Oops, ожидалось тип number вместо number[]
```

```
// определяем новый тип, чтобы разрешить последний случай
```

```
type WithoutArrayParamType<T> =
```

```
  T extends (p: (infer U)[]) => void ? U :
```

```
  T extends (p: infer U) => void ? U :
```

```
  undefined;
```

```
let v5: WithoutArrayParamType<typeof f4>; // let v5: number. Ok
```

Принципы определения переменных в условных типах, продемонстрированные на примере функционального типа, идентичны и для объектных типов.

```
type ParamType<T> = T extends { a: infer A, b: infer B } ? A | B : undefined;
```

```
let v: ParamType<{ a: number, b: string }>; // let v: string | number
```

# 44 Расширенные типы - Readonly, Partial, Required, Pick, Record

## 44.1 Расширенные типы — Readonly, Partial, Required, Pick, Record

Как уже было сказано ранее, *TypeScript* в помощь разработчикам реализовал несколько типов сопоставлений. К таким типам относятся `Readonly<T>`, `Partial<T>`, `Required<T>`, `Pick<T, K>` и `Record<K, T>`. Все, кроме `Record<K, T>`, являются *гомоморфными* (homomorphic). Очень простыми словами, *гомоморфизм* — это возможность сохранять свойства всех операций. На самом деле это очень просто и убедиться в этом можно будет немного позже.

## 44.2 Readonly

Тип сопоставления `Readonly` помечает все члены только для чтения (модификатор `readonly`).

```
// lib.es6.d.ts

type Readonly<T> = {
  readonly [P in keyof T]: T[P];
};
```

Применение сопоставимого типа `Readonly` может сократить написание кода во всех случаях, когда нужна иммутабельность. Представьте ситуацию, когда в качестве значения выступают сериализованные из строки `.json` объекты, состоящие из одних полей, а в качестве их описания — интерфейсы (`interface`). Для того, чтобы добиться иммутабельности, придется каждому описанному полю указывать модификатор `readonly`. Этой рутины можно избежать, воспользовавшись встроенным типом сопоставлением `Readonly<T>`.

После указания в качестве типа объекта `Readonly<T>`, поля этого объекта изменить будет нельзя.

```
interface IAnimalEntity {
  name: string;
  age: number;
}

let json = '{"name": "animal", "age": 0}';

let animal: Readonly<IAnimalEntity> = JSON.parse(json);
animal.name = 'newanimal'; // Error -> Cannot assign to 'name' because it is a read-only property.
animal.age = 0; // Error -> Cannot assign to 'age' because it is a read-only property.
```

Тип сопоставления `Readonly<T>` является гомоморфным и не влияет на существующие модификаторы, а лишь расширяет модификаторы конкретного типа. То, что тип, указанный в

качестве аргумента типа, полностью сохранил свое поведение (в данном случае — модификаторы), делает сопоставленный тип `Readonly<T>` гомоморфным.

```
interface IAnimal {
    name?: string;
}

let animal: Readonly<IAnimal>; // { readonly name?: string }
```

## 44.3 Partial

Тип сопоставления `Partial<T>` помечает все члены необязательными (`:?`).

```
// lib.es6.d.ts

type Partial<T> = {
    [P in keyof T]?: T[P];
};
```

Чаще всего необходимость в сопоставимом типе `Partial<T>` возникает тогда, когда метод в качестве аргумента принимает только часть конкретного типа данных.

```
class Model<T> {
    constructor(private entity: T) {}

    public getValueByKey<U extends keyof T>(key: U): T[U] {
        return this.entity[key];
    }

    public update(partial: Partial<T>): void {
        Object.assign(this.entity, partial);
    }
}

interface IAnimalEntity {
    name: string;
    age: number;
}

const json = '{"name": "animal", "age": 0}';
const entity = JSON.parse(json);

const animalModel: Model<IAnimalEntity> = new Model(entity);

console.log(animalModel.getValueByKey('name')); // animal
```

```
const newJSON = '{"name": "newanimal"}';
const newEntity = JSON.parse(newJSON);

animalModel.update(newEntity); // Ok

console.log(animalModel.getValueByKey('name')); // newanimal
```

Тип сопоставления `Partial<T>` является гомоморфным и не влияет на существующие модификаторы, а лишь расширяет модификаторы конкретного типа.

```
interface IAnimal {
    readonly name: string;
}

let animal: Partial<IAnimal>; // { readonly name?: string }
```

## 44.4 Required

Тип сопоставления `Required<T>` удаляет все необязательные модификаторы `?:` приводя члены объекта к обязательным. Простыми словами, `Required<T>`, с помощью префикса - (глава **Оператор keyof, Lookup Types, Mapped Types, Mapped Types - префиксы + и -**), помечает модификатор `?:` на удаление.

```
type Required<T> = {
    [P in keyof T]-?: T[P];
};
```

Тип сопоставления `Required` является полной противоположностью типу сопоставления `Partial<T>`.

```
let v0: Partial<IT>; // { a?: number; b?: string; }, необязательные члены
let v1: Required<IT>; // { a: number; b: string; }, обязательные члены
```

## 44.5 Pick

В типе сопоставления `Pick<T, K>` определено два обязательных параметра типа. Первый параметр в качестве значения принимает конкретный тип данных. Второй параметр ожидает объединенный тип данных (`Union`), который состоит только из строковых литеральных типов, эквивалентных идентификаторам ключей типа, соответствующему первому параметру типа.

```
// lib.es6.d.ts

type Pick<T, K extends keyof T> = {
```

```
[P in K]: T[P];  
};
```

Предназначен сопоставленный тип `Pick<T, K>` для ограничения описания типа на основе идентификаторов его членов. Простыми словами, у разработчиков и вывода типа появилась возможность фильтровать тип по именам его членов.

```
type T1 = { f1: string, f2: number, f3: boolean };  
type T2 = Pick<T1, 'f1' | 'f2'>;  
  
let v1: T1 = { f1: '', f2: 0, f3: true }; // Ok  
let v2: T2 = { f1: '', f2: 0, f3: true }; // Error  
let v3: T2 = { f1: '', f2: 0 }; // Ok
```

Подобное можно было бы реализовать с помощью только параметров обобщенного типа, но при этом требовалось бы всегда указывать входящие и выходящие типы данных.

```
function pick<T, U>(object: T, ...keys: string[]): U {  
    return keys.reduce((result, key) => {  
        return Object.assign(result, {  
            [key]: object[key]  
        });  
    }, {} as U);  
}  
  
interface IAnimal {  
    type: string;  
    arial: string;  
    age: number;  
}  
  
interface IAnimapPartial {  
    arial: string;  
    age: number;  
}  
  
let animal = { type: 'animal', arial: 'default', age: 0 };  
let partial = pick<IAnimal, IAnimapPartial>(animal, 'arial', 'notexistfield'); // Ok ->  
{ arial: string, notexistfield: undefined }  
let partial = pick<IAnimal, IAnimapPartial>(animal, 'arial', 'age'); // Ok -> { arial:  
string, age: number }
```

В случаях, когда разрабатываемая библиотека рассчитана на широкий круг разработчиков, рекомендуется сделать выбор в пользу динамического вывода типов.



```
function pick<T, K extends keyof T>(object: T, ...keys: (K & string)[]): Pick<T, K> {
    return keys.reduce((result, key) => {
        return Object.assign(result, {
            [key]: object[key]
        });
    }, {} as Pick<T, K>);
}

let animal = {type: 'animal', arial: 'default', age: 0};
let partial = pick(animal, 'type', 'notexistfield'); // Error
let partial = pick(animal, 'arial', 'age'); // Ok -> { arial: string, age: number }
```

Тип сопоставления `Pick<T, K>` является гомоморфным и не влияет на существующие модификаторы, а лишь расширяет модификаторы конкретного типа.

```
interface IAnimal {
    readonly name?: string;
    readonly age?: number;
}

let animal: Pick<IAnimal, 'name'>; // { readonly name?: string }
```

## 44.6 Record

В типе сопоставления `Record<K, T>` определено два обязательных параметра типа. Первый параметр обязательно должен принадлежать к типу `string` или к `Literal String`. В качестве второго параметра может выступать любой конкретный тип данных.

```
// lib.es6.d.ts

type Record<K extends string, T> = {
    [P in K]: T;
};
```

Стоит также уточнить, что первый параметр типа принимает тип `string`, а не тип интерфейса `String`. При попытке указать значение типа `String` возникнет ошибка.

```
type T1 = string;
type T2 = String;
type T3 = 'f1' | 'f2';
type T4 = keyof number;

let v1: Record<T1, number>; // Ok
let v2: Record<T2, string>; // Error
```

```
let v3: Record<T3, boolean>; // Ok
let v4: Record<T4, object | symbol>; // Ok
```

Предназначен сопоставимый тип `Record<K, T>` для описания типа, идентификаторы которого будут состоять из литералов, указанных в качестве значения первому параметру, и которые будут ассоциированы с типом, указанным в качестве значения второму параметру.

```
type T1 = Record<'f1' | 'f2', number>;
type T2 = Record<'f1' | 'f2', string>;
type T3 = Record<'f1' | 'f2', boolean | Object>;

let v1: T1 = {f1: 0, f2: 0}; // Ok
let v2: T2 = {f1: '0', f2: 0}; // Error
let v3: T3 = {f1: true, f2: {}}; // Ok
```

Как было рассмотрено ранее, индексным полям объекта в качестве ключей можно задавать значения, принадлежащие только к типу `string` или `number`.

```
interface IIndexed {
    [key: string]: any;
    [key: number]: any;
}

let object: IIndexed = { a: 0, b: 0 };
```

Иногда может потребоваться ограничить диапазон вводимых ключей. Это очень просто сделать с помощью типа сопоставления `Record<K, T>`.

```
type ValidMember = "a" | "b";

let v1: Record<ValidMember, any> = { a: 0, b: 0, c: 0 }; // Error
let v2: Record<ValidMember, any> = { a: 0, b: 0 }; // Ok
```

## 45 Расширенные типы - Exclude, Extract, NonNullable, ReturnType, InstanceType, Omit

### 45.1 Расширенные типы — Exclude, Extract, NonNullable, ReturnType, InstanceType, Omit

Чтобы сэкономить время разработчиков, в систему типов *TypeScript* были включены несколько часто требующихся условных типов, которые подробно будут рассмотрены в этой главе.

## 45.2 Exclude

В результате разрешения условный тип `Exclude<T, U>` будет представлять разницу типа `T` относительно типа `U`.

```
type Exclude<T, U> = T extends U ? never : T;
```

В случае, если оба аргумента типа принадлежат к одному и тому же типу данных, `Exclude<T, U>` будет представлять тип `never`.

```
let v0: Exclude<number|string, boolean|object>; // let v0: string|number
let v1: Exclude<number|string, number|string>; // let v1: never
let v2: Exclude<number|string, number|boolean>; // let v2: string
```

```
interface IT0 { a: number; b: string; }
interface IT1 { a: number; c: boolean; }
```

```
let v3: Exclude<keyof IT0, keyof IT1>; // let v3: "b"
```

Его реальную пользу лучше всего продемонстрировать на реализации функции, которая на входе получает два разных объекта, а на выходе возвращает новый объект, состоящий из членов, присутствующих в первом объекте, но отсутствующих во втором. Аналог функции `difference` из широко известной библиотеки *lodash*.

```
interface IA { a: number; b: string; }
interface IB { a: number; c: boolean; }
```

```
interface IDifference { b: string; }
```

```
function difference<T, U>(a: T, b: U): Pick<T, Exclude<keyof T, keyof U>> {
  // ... code
}
```

```
let a: IA = { a: 5, b: '' };
let b: IB = { a: 10, c: true };
```

```
let v0: IDifference = difference(a, b); // Ok
let v1: IA = difference(a, b); // Error
let v2: IB = difference(a, b); // Error
```

## 45.3 Extract

В результате разрешения условный тип `Extract<T, U>` будет представлять пересечение типа `T` относительно типа `U`.

```
type Extract<T, U> = T extends U ? T : never;
```

Простыми словами, после разрешения `Extract<T, U>` будет принадлежать к типу, признаки которого присущи обоим аргументам типа. То есть, тип `Extract<T, U>` является противоположностью типа `Exclude<T, U>`. В случае, когда общие признаки отсутствуют, тип `Extract<T, U>` будет представлять тип `never`.

```
let v0 : Extract<number | string, boolean | object>; // let v0: never
let v1 : Extract<number | string, number | string>; // let v1: string | number
let v2 : Extract<number | string, number | boolean>; // let v2: number
```

```
interface IT0 { a: number; b: string; }
interface IT1 { a: number; c: boolean; }
```

```
let v3 : Extract<keyof IT0, keyof IT1>; // let v3: "a"
```

Условный тип `Extract<T, U>` стоит рассмотреть на примере реализации функции, которая принимает два разных объекта и возвращает новый объект, состоящий из членов первого объекта, которые также присутствуют и во втором объекте.

```
interface IA { a: number; b: string; }
interface IB { a: number; c: boolean; }
```

```
interface IIntersection { a: number; }
```

```
function intersection<T, U>(a: T, b: U): Pick<T, Extract<keyof T, keyof U>> {
    // ... code
}
```

```
let a: IA = { a: 5, b: '' };
let b: IB = { a: 10, c: true };
```

```
let v0: IIntersection = intersection(a, b); // Ok
let v1: IA = intersection(a, b); // Error
let v2: IB = intersection(a, b); // Error
```

## 45.4 NonNullable

Условный тип `NonNullable<T>` служит для исключения из типа признаков типов `Null` и `Undefined`.

```
type NonNullable<T> = T extends null | undefined ? never : T;
```

В случае, когда тип, выступающий в роли единственного аргумента типа, принадлежит только к типам `Null` и\или `Undefined`, `NonNullable<T>` представляет тип `never`.

```
let v0: NonNullable<string | undefined | null>; // let v0: string
let v1: NonNullable<string | number | undefined | null>; // let v1: string|number
let v2: NonNullable<undefined | null>; // let v2: never
```

## 45.5 ReturnType

Условный тип `ReturnType<T>` служит для установления возвращаемого из функции типа.

```
type ReturnType<T extends (...args: any[]) => any> = T extends (...args: any[]) =>
infer R ? R : any;
```

```
let v0: ReturnType<() => void>; // let v0: void
let v1: ReturnType<() => number | string>; // let v1: string|number
let v2: ReturnType<<T>() => T>; // let v2: {}
let v3: ReturnType<<T extends U, U extends string[]>() => T>; // let v3: string[]
let v4: ReturnType<any>; // let v4: any
let v5: ReturnType<never>; // let v5: never
let v6: ReturnType<Function>; // Error
let v7: ReturnType<number>; // Error
```

## 45.6 InstanceType

Условный тип `InstanceType<T>` предназначен для установления типа экземпляра.

```
class T {}
```

```
interface IT {
    new(): T;
}
```

```
let v0: InstanceType<typeof T>; // let v0: T
let v1: InstanceType<IT>; // let v1: never
let v2: InstanceType<any>; // let v2: any
let v3: InstanceType<never>; // let v3: never
let v4: InstanceType<number>; // Error
let v5: InstanceType<Function>; // Error
```

## 45.7 Parameters

Расширенный тип `Parameters<T>` предназначен для получения типов указанных в аннотации параметров функции.

```
type Parameters<T extends (...args: any[]) => any> = T extends (...args: infer P) =>
any ? P : never;
```

`Parameters<T>` возвращает типы параметров в виде кортежа.

```
const f = <T>(p0:T, p1: number, p2: string, p3?: boolean, p4: object = {}) => ({});
```

```
type FunctionParams = Parameters<typeof f>; // type FunctionParams = [{}, number,
string, boolean?, object?]
```

## 45.8 ConstructorParameters

Расширенный тип `ConstructorParameters<T>` предназначен для получения типов указанных в аннотации параметров конструктора.

```
type ConstructorParameters<T extends new (...args: any[]) => any> = T extends new
(...args: infer P) => any ? P : never;
```

`ConstructorParameters<T>` возвращает типы параметров в виде кортежа.

```
class Class<T> {
    constructor(p0: T, p1: number, p2: string, p3?: boolean, p4: object = {}) {}
}
```

```
type ClassParams = ConstructorParameters<typeof Class>; // type ClassParams = [{},
number, string, boolean?, object?]
```

## 45.9 Тип Omit

Расширенный тип `Omit<T, K>` предназначен для определения на основе существующего нового суженного типа.

```
// lib.d.ts
```

```
type Omit<T, K extends string | number | symbol> = {
    [P in Exclude<keyof T, K>]: T[P];
}
```

В качестве первого аргумента типа тип `Omit<T, K>` ожидает тип данных, из которого будут исключены признаки, связанные с ключами, переданными в качестве второго аргумента типа.

Простыми словами, к помощи `Omit<T, K>` следует прибегать в тех случаях, когда появляется потребность в определении типа, представляющего некоторую часть уже определенного в системе типов типа.

```
type Person = {
  firstName: string;
  lastName: string;

  age: number;
};

/**
 * Тип PersonName представляет только часть типа Person
 *
 * type PersonName = {
 *   firstName: string;
 *   lastName: string;
 * }
 */
type PersonName = Omit<Person, 'age'>; // исключение признаков связанных с полем age из
типа Person
```

## 46 Расширенные типы - Массивоподобные readonly типы, ReadonlyArray, ReadonlyMap, ReadonlySet

### 46.1 Массивоподобные readonly типы

Начиная с версии `3.4`, в *TypeScript* появилась возможность объявлять

**Массивоподобные readonly структуры**: типы, к которым относятся массивы (`Array`) и кортежи (`Tuples`). Данный механизм призван защитить элементы массивоподобных структур от изменения и тем самым повысить типобезопасность разрабатываемых на *TypeScript* программ. Элементы массивоподобных структур, объявленных как `readonly`, невозможно заменить или удалить. Кроме того, в подобные структуры невозможно добавить новые элементы.

Для того чтобы объявить `readonly` массив или кортеж, достаточно указать в сигнатуре типа модификатор `readonly`.

```
let array: readonly string[] = ['Kent', 'Clark']; // Массив
let tuple: readonly [string, string] = ['Kent', 'Clark']; // Кортеж
```

В случае объявления `readonly` массива становится невозможно изменить его элементы с помощью индексной сигнатуры (`array[...]`)

```
let array: readonly string[] = ['Kent', 'Clark'];
array[0] = 'Wayne'; // Error, Index signature in type 'readonly number[]' only permits
reading.ts(2542)
array[array.length] = 'Batman'; // Error, Index signature in type 'readonly number[]'
only permits reading.ts(2542)
```

Помимо этого, у `readonly` массива отсутствуют методы, с помощью которых можно изменить элементы массива.

```
let array: readonly string[] = ['Kent', 'Clark'];
array.push('Batman'); // Error, Property 'push' does not exist on type 'readonly
number[]'.ts(2339)
array.shift(); // Error, Property 'shift' does not exist on type 'readonly
number[]'.ts(2339)

array.indexOf('Kent'); // Ok
array.map(item => item); // Ok
```

С учетом погрешности на известные различия между массивом и кортежем, справедливо утверждать, что правила для `readonly` массива справедливы и для `readonly` кортежа. Помимо того, что невозможно изменить или удалить слоты кортежа, он также теряет признаки массива, которые способны привести к его изменению.

```
let tuple: readonly [string, string] = ['Kent', 'Clark'];
tuple[0] = 'Wayne'; // Error, Cannot assign to '0' because it is a read-only
property.ts(2540)

tuple.push('Batman'); // Error, Property 'push' does not exist on type 'readonly
[string, string]'.ts(2339)
tuple.shift(); // Error, Property 'shift' does not exist on type 'readonly [string,
string]'.ts(2339)

tuple.indexOf('Kent'); // Ok
tuple.map(item => item); // Ok
```

Кроме того механизм массивоподобных `readonly` структур, начиная с версии *TypeScript* `3.4`, повлиял на поведение такого расширенного типа, как `Readonly<T>`.

До версии `3.4` поведение типа `Readonly<T>` полноценно распространялось только на объекты.

```
// Ok, { readonly a: string, readonly b: number }
type A = Readonly<{ a: string, b: number }>;

// Bad, number[]
```



```
type B = Readonly<number[]>;
```

```
// Bad, [string, boolean]
```

```
type C = Readonly<[string, boolean]>;
```

Но, начиная с версии `3.4`, поведение для типа `Readonly<T>` дополняется поведением массивоподобных `readonly` структур.

```
// Ok, { readonly a: string, readonly b: number }
```

```
type A = Readonly<{ a: string, b: number }>;
```

```
// Ok, readonly number[]
```

```
type B = Readonly<number[]>;
```

```
// Ok, readonly [string, boolean]
```

```
type C = Readonly<[string, boolean]>;
```

Напоследок стоит упомянуть, что, используя механизм массивоподобных `readonly` структур, по своей сути компилятор расценивает эти структуры как принадлежащие к добавленному в версии `3.4` интерфейсу `ReadonlyArray<T>`, речь о котором пойдет далее.

## 46.2 ReadonlyArray

Расширенный тип `ReadonlyArray<T>` предназначен для создания неизменяемых массивов. `ReadonlyArray<T>` запрещает изменять значения массива, используя индексную сигнатуру `array[...]`.

```
let array: ReadonlyArray<number> = [0, 1, 2];
```

```
array[0] = 1; // Error, Index signature in type 'readonly number[]' only permits  
reading.ts(2542)
```

```
array[array.length] = 3; // Error, Index signature in type 'readonly number[]' only  
permits reading.ts(2542)
```

Кроме того, тип `ReadonlyArray<T>` не содержит методы, способные изменить, удалить или добавить элементы.

```
let array: ReadonlyArray<number> = [0, 1, 2];
```

```
array.push(3); // Error, Property 'push' does not exist on type 'readonly  
number[]'.ts(2339)
```

```
array.shift(); // Error, Property 'shift' does not exist on type 'readonly  
number[]'.ts(2339)
```

```
array.indexOf(0); // 0k
```

## 46.3 ReadonlyMap

Расширенный тип `ReadonlyMap<K, V>`, в отличие от своего полноценного прототипа, не имеет методов, способных его изменить.

```
let map: ReadonlyMap<string, number> = new Map([["key", 0]]);
```

## 46.4 ReadonlySet

Аналогично расширенный тип `ReadonlySet<T>` не имеет методов, способных его изменить.

```
let set: ReadonlySet<number> = new Set([0, 1, 2]);
```

# 47 React - расширение .tsx

## 47.1 React — расширение .tsx

*React* — это библиотека для создания пользовательских интерфейсов от компании *Facebook*. В основе библиотеки продвинутого рендера *React* лежит компонентный подход, для улучшения которого стандартный синтаксис *JavaScript* был расширен XML-подобным синтаксисом. В связи с этим было создано новое расширение *.jsx*.

Из-за высокой популярности *React*, создателями *TypeScript* было принято решение создать расширение *.tsx*. Но одного расширения недостаточно, чтобы благополучно компилировать *.tsx*. Так как *React* можно использовать для создания как веб, так и мобильных приложений, компилятору с помощью флага `--jsx` нужно указать конкретную принадлежность к `"react"` или `"react-native"`. По умолчанию выставлено значение `"preserve"`.

```
// tsconfig.json
{
  "compilerOptions": {
    "jsx": "react"
  }
}
```

За исключением типизации написание шаблонов *.tsx* ничем не отличается от *.jsx*. Но так как при переходе с *.jsx* на *.tsx* возникает лишь один вопрос, как правильно писать те или иные виды компонентов в типизированном стиле, то данная глава будет отличаться от остальных и будет построена таким образом, чтобы общую информацию изучить по ходу детального рассмотрения каждого вида компонентов в отдельности. Кроме того, если раньше примеры кода были придуманы таким образом, чтобы помимо информативности, быть ещё и компактными, то в случае с компонентами *React* ничего поделать нельзя. Чтобы хоть как-то сгладить это, компоненты будут

показываться небольшими частями, а уже после будет описываться важные и неочевидные моменты. Помимо этого, компоненты не будут иметь какой-то осмысленный характер. Если попытаться смоделировать что-то, что можно продемонстрировать, то кода было бы в разы больше и сделало бы его менее понятным.

Также возможности *TypeScript* позволяют аннотировать языковые конструкции как в классическом, так и в минималистическом стиле. В первом случае аннотацию типа содержит каждая конструкция. Во второй часть работы перекладывают на вывод типов. Так как предполагается, что читатели если ещё не разрабатывают большие приложения, то всеми силами к этому стремятся. Поэтому все примеры в этой главе будут выполнены в классическом, максимальном стиле. Кроме того, стоит уточнить, что на момент написания этой главы используется *React v16.4.1* и *TypeScript 3.1*, и если вы заметили несоответствие которое может произойти из-за изменения в версиях выше указанных, то можете об этом сообщить всеми доступными способами, указанными в соответствующем разделе.

## 47.2 React — производные от Component

```
import * as React from "react";
import {Component, ReactElement, ReactEventHandler, RefObject, SyntheticEvent} from
"react";
import {ErrorInfo} from "react";

interface GreeterDefaultProps {} // для декларации свойств по умолчанию
export interface GreeterProps extends GreeterDefaultProps {} // для декларации свойств
+ экспорт интерфейса
interface GreeterState {} // для декларации состояния
interface GreeterSnapshot {} // для декларации снимка

type DefaultProps = Readonly<GreeterDefaultProps>; // помечаем как неизменяемые члены
объекта defaultProps
type Props = Readonly<GreeterProps>; // помечаем как неизменяемые члены объекта props
type State = Readonly<GreeterState>; // помечаем как неизменяемые члены объекта state
type Snapshot = Readonly<GreeterSnapshot>; // помечаем как неизменяемые члены объекта
Snapshot

type TextRefCallback = (element: HTMLSpanElement) => void; // декларация псевдонима
типа для типа описывающего функцию обратного вызова, устанавливающего ссылку на dom
элемент

export default class Greeter extends Component<Props, State, Snapshot> {
  public static readonly defaultProps: DefaultProps = {}; // помечаем как
неизменяемый сам объект defaultProps, модификатор доступа которого должен быть public

  public static getDerivedStateToProps ? (nextProps: Readonly<Props>, prevState:
State): Partial<State> | null {
    return null;
  }

  public readonly state: State = {}; // помечаем как неизменяемый сам объект state,
модификатор доступа которого должен быть public
```

```

    private readonly containerRef: RefObject<HTMLDivElement> = React.createRef(); //
    создание объекта RefObject, с помощью которого будет получена ссылка на DOM-элемент
    private textRef: HTMLSpanElement; // поле, в которое будет сохранена ссылка на DOM-
    элемент
    private readonly textRefCallback: TextRefCallback = element => this.textRef =
    element; // объявление функции обратного вызова для установления ссылки на DOM-элемент

    constructor (props: Props) {
        super(props);
    }

    public componentDidMount ? (): void {}
    public componentWillUnmount ? (): void {}
    public shouldComponentUpdate ? (nextProps: Readonly<Props>, nextState:
    Readonly<State>, nextContext: any): boolean {
        return true;
    }
    public componentDidUpdate ? (prevProps: Readonly<Props>, prevState:
    Readonly<State>, Snapshot?: Snapshot): void {}
    public componentDidCatch ? (error: Error, errorInfo: ErrorInfo): void {}
    public getSnapshotBeforeUpdate ? (prevProps: Readonly<Props>, prevState:
    Readonly<State>): Snapshot | null {
        return null
    }

    private readonly closeButton_clickHandler: ReactEventHandler<HTMLButtonElement> =
    (event: SyntheticEvent<HTMLButtonElement>) => {
        this.setState((prevState: State, prevProps: Props) => {
            return {};
        });
    };

    public render(): ReactElement<Props> {
        return null;
    }
}

```

Первым делом стоит обратить внимание на объявление четырех интерфейсов, идентификаторы которых начинаются с идентификатора создаваемого компонента `*DefaultProps`, `*Props`, `*State`, `*Snapshot`.

```

interface GreeterDefaultProps {}
export interface GreeterProps extends IGreeterDefaultProps {}
interface GreeterState {}
interface GreeterSnapShot {}

```

По названиям не сложно догадаться, что в первом интерфейсе предполагается описывать свойства, имеющие значение по умолчанию, а во втором — обязательные свойства создаваемого компонента. Третий интерфейс предназначен для описания состояния компонента. Ну а четвёртый интерфейс описывает снимок, который возвращает метод `getSnapshotBeforeUpdate()`.

Также интерфейс `*Props` расширяет и интерфейс `*DefaultProps`. Сделано так по одной простой причине: обязательные свойства хранятся в объекте `props`, а необязательные — в объекте `defaultProps`. И если создать общую декларацию, то указав её в аннотации объекта `defaultProps`, в нем потребуются объявлять ещё и обязательные, что попросту не логично. Кроме того, в реальных проектах интерфейс `*Props`, помимо `*DefaultProps`, очень часто расширяет множество других интерфейсов. В их число входят типы, предоставляемые библиотеками *ui*, *hoc* *обертками* и обычными библиотеками, как например *react-router* и его тип `RouteComponentProps<T>`. Но самым часто расширяемым типом, помимо `*DefaultProps`, является тип `HTMLAttributes<T>`, речь о котором пойдет далее в этой главе.

К тому же модуль, к которому принадлежит рассматриваемый код, экспортирует интерфейс `*Props`. У этого есть веская причина, которая будет рассматриваться далее в теме, посвященной созданию *НОС*.

Следующее, на что стоит обратить внимание, это создание псевдонимов типа для всех объявленных ранее интерфейсов.

```
type DefaultProps = Readonly<GreeterDefaultProps>;
type Props = Readonly<GreeterProps>;
type State = Readonly<GreeterState>;
type Snapshot = Readonly<GreeterSnapShot>;
```

Сделано это по причине того, что идентификаторы типов, для которых создаются псевдонимы, настолько сложные и большие, что использование их в многочисленных аннотациях и в теле компонента сделает их трудночитаемыми. Кроме того, тип `Readonly`, который защищает объектные типы от случайных изменений, часто дополняется типом `Partial`.

Далее, в теле класса компонента, происходит объявление `defaultProps` и `state`. Нужно обратить внимание, что эти поля объявлены лишь в демонстрационных целях, так как из-за отсутствия у них членов в них нет потребности. Кроме того, при их объявлении также используется модификатор `readonly`, чтобы защитить сами поля от случайного изменения.

```
public static readonly defaultProps: DefaultProps = {};

public readonly state: State = {};
```

Затем, в теле класса компонента, происходит объявление полей, которые нужны для получение ссылок на нативные DOM-элементы (`ref`).

```
private readonly containerRef: RefObject<HTMLDivElement> = React.createRef();
```

```
private textRef: HTMLSpanElement;
private readonly textRefCallback: TextRefCallback = element => this.textRef = element;
```

В первом случае, ссылку на DOM-элемент предполагается получить с помощью вызова статического метода `React.createRef()`, который возвращает объект, принадлежащий к обобщенному типу `RefObject<T>`. В качестве обязательного параметра типа `RefObject<T>` ожидает тип нативного элемента, в конкретном случае — тип `html` элемента `div` `HTMLDivElement`.

Два остальных поля предназначены для получения ссылки на нативный DOM-элемент с помощью функции обратного вызова (*callback*). Для этого сначала объявляется поле, которому в дальнейшем будет присвоено значение, принадлежащее к типу `html` элемента, в данном случае это элемент `span` `HTMLSpanElement`. На следующем шаге объявляется поле, в качестве значения которого выступает стрелочная функция, в теле которой происходит присваивание DOM-элемента, ожидаемого в качестве единственного параметра, полю, объявленному на предыдущем шаге. Стоит обратить внимание, что описание типа функции обратного вызова происходит до объявления компонента и в целях повышения семантики кода для него создается псевдоним типа `TextRefCallback`, который и используется в аннотации поля. Для предотвращения случайного изменения поле, в качестве значения которому присвоена ссылка на функцию обратного вызова, объявлено с модификатором `readonly`.

```
// ...

type TextRefCallback = ( element: HTMLSpanElement ) => void;

// ...

private textRef: HTMLSpanElement;
private readonly textRefCallback: TextRefCallback = element => this.textRef = element;

// ...
```

Следующим по очереди идет конструктор, в объявлении которого нет ничего необычного. Вслед за ним объявляется поле `closeButton_clickHandler`, которому в качестве значения присваивается стрелочная функция, выступающая в роли слушателя события (*event handler*).

```
private readonly closeButton_clickHandler: ReactEventHandler
```

И прежде, чем перейти к рассмотрению кода в её теле, обязательно стоит пролить свет на один очень важный момент, связанный с аннотированием типов. Как было сказано в начале этой главы, все примеры с точки зрения типизации являются классическими, но несмотря на это, всем, кто придерживается подобного подхода в повседневной разработке, рекомендуется делать отступления

от правил, особенно в случаях с функциями, передаваемыми в качестве значения. В данном случае, подобное аннотирование является явным перебором.

В случаях, когда параметры слушателя событий не требуются, лучше вообще опускать аннотацию типа и переложить эту заботу на вывод типов. К тому же, отсутствие аннотации даже подчеркнет тот факт, что важен лишь вызов этого слушателя.

```
private readonly closeButton_clickHandler = ( ) => {  
    // произвести какие-то операции, которые не требуют объекта event  
};
```

Если же для операций в теле слушателя требуется объект `event`, то обойтись без аннотации уже не получится. Вывод типов не сможет вывести тип, а значит параметр `event` будет принадлежать к типу `Any` и следовательно автодополнение будет отсутствовать. Но в случае нативных слушателей событий существует аж два способа явной аннотации.

Первая из них заключается в аннотировании параметра `event`, которому присваивается слушатель событий. Из-за того, что этот код нельзя трактовать двусмысленно, не страдает его читаемость. Кроме того, вывод типов сможет вывести тип для поля, если информацию о нем потребуется получить с помощью подсказок, предоставляемых всеми современными ide.

```
private readonly closeButton_clickHandler = (event: SyntheticEvent<HTMLButtonElement>)  
=> {  
    // какие-то операции с объектом event  
};  
  
// вывод типа видит этот код как private readonly closeButton_clickHandler: ( event:  
SyntheticEvent<HTMLButtonElement> ) => void = ( event:  
SyntheticEvent<HTMLButtonElement> ) => {};
```

Второй способ диаметрально противоположен первому и предполагает явно аннотировать поле, а не значение, в роли которого выступает слушатель событий.

```
private readonly closeButton_clickHandler: ReactEventHandler<HTMLButtonElement> = event  
=> {  
    // какие-то операции с параметром event  
};
```

Выбор способа зависит лишь от конвенций по стилю кода, установленного в команде, и от специфики некоторых ситуаций.

Далее стоит обратить внимание на код в теле слушателя событий, а именно — операции асинхронного изменения состояния при помощи функции, также называемой *"функциональным состоянием"*. Именно этот способ был выбран по той причине, что он отлично дополняет сказанное относительно отступления от правил, касающихся классического подхода при аннотировании языковых конструкций.

```
this.setState((prevState: State, prevProps: Props) => {  
    return {};  
})
```

В том случае, если бы передаваемая в метод `setState` функция, по каким-либо причинам, нуждалась в явной аннотации возвращаемого типа, и при этом из нее возвращалась лишь часть состояния, то пришлось бы описывать тип с нуля. Другими словами, указать тип `State` не получилось бы, так как тип `State` не совместим с типом, обладающими лишь некоторыми его признаками (глава [Типизация - Совместимость объектов](#)). Либо пришлось бы описывать члены типа `State`, из-за которых возникает несоответствие, необязательными (необязательные свойства рассматриваются в главе [Операторы - Optional, Not-Null, Not-Undefined, Definite Assignment Assertion](#)). Ситуация не очень распространенная, но о ней нужно знать.

Осталось рассмотреть лишь метод `render`, у которого все внимание будет приковано к возвращаемому типу.

```
public render (): ReactElement<Props> {  
    return();  
}
```

На самом деле с методом `render` связан один нюанс, который обязательно нужно знать, а кроме того надеяться, что создатели деклараций для `React` исправят положение. И дело вот в чем. Предположим, что разработчику потребовалось создать компонент "лист".

```
interface ListItemProps {}  
interface ListItemState {}  
  
class ListItem extends Component<ListItemProps, ListItemState> {  
    render() {  
        return <li>{this.props.children}</li>;  
    }  
}
```

```
interface ListProps {}  
interface ListState {}  
  
class List extends Component<ListProps, ListState> {  
    render(){  
        return <ul>{this.props.children}</ul>;  
    }  
}
```

И в какой-то момент разработчик решает воспользоваться силой типизации и поставить точку в давнем вопросе, а именно — запретить добавлять в `ul` элементы, отличные от `li`. Казалось бы,



что может быть проще? Всего-то навсего нужно для компонента `List` ограничить тип `children` типом компонента `ListItem`.

```
interface ListItemProps {}
interface ListItemState {}

class ListItem extends Component<ListItemProps, ListItemState> {
  render(): ReactElement<ListItemProps> { // уточняем возвращаемый тип
    return <li>{this.props.children}</li>;
  }
}

interface ListProps {
  children: ReactElement<ListItemProps>; // ограничиваем children
}
interface ListState {}

class List extends Component<ListProps, ListState> {
  render() {
    return <ul>{this.props.children}</ul>;
  }
}

// почему нет ошибки, сообщающей, что div — это не ReactElement<ListItemProps>?
let list = (
  <List>
    <div></div>
  </List>
);
```

Но на деле всё не так, как ожидалось. И все дело в том, что метод класса `Component` должен возвращать один из нескольких типов — `string`, `number`, `boolean`, `null`, `undefined`, `ReactPortal`, `ReactFragment` или `ReactChild` (который является типом `Union` для типов `string`, `number` и `ReactElement<T>`). Кроме того, в качестве возвращаемого типа можно указывать `ReactNode`, который принадлежит ко всем перечисленным типам.

В случае кастомизации, эти ограничения вынуждают разработчика указывать тип, возвращаемый из переопределяемого метода `render`, как `ReactElement<T>`, который, к несчастью, является базовым типом для типа `Element`, который в свою очередь является базовым для всех react-элементов. Это делает все react-элементы совместимые со всеми react-компонентами. Кроме того, метод `React.createElement` во всех его перегруженных вариантах возвращает тип, совместимый с `ReactElement<T>`, что делает совместимыми абсолютно все компоненты.

Эти два факта сводят на нет саму идею аннотирования возвращаемого типа из метода `render`. Но возможно именно вам и предстоит поменять положение дел и тем самым снискать нескончаемую благодарность react-сообщества.

Напоследок осталось рассмотреть методы жизненного цикла компонента. Но, так как в них нет ничего такого, на что читатели, к этому моменту, не смогли бы дать ответ самостоятельно, комментариев не будет.

```
public componentDidMount ? (): void {}
public componentWillUnmount ? (): void {}
public shouldComponentUpdate ? (nextProps: Readonly<Props>, nextState: Readonly<State>,
nextContext: any): boolean {
    return true;
}
public componentDidUpdate ? (prevProps: Readonly<Props>, prevState: Readonly<State>,
Snapshot?: Snapshot): void {}
public componentDidCatch ? (error: Error, errorInfo: ErrorInfo): void {}
public getSnapshotBeforeUpdate ? ( prevProps: Readonly<Props>, prevState:
Readonly<State> ): Snapshot | null {
    return null
}
```

### 47.3 React - производные от PureComponent

Кроме того, что в `React` пользовательские компоненты могут расширять обобщенный класс `Component<Props, State, Snapshot>`, они также могут использовать в качестве базового класса обобщенный класс `PureComponent<Props, State, Snapshot>`. С точки зрения описания компонента, `PureComponent` ничем не отличается от `Component`, поэтому обойдемся только кодом, который на все сто идентичен предыдущему.

```
import * as React from "react";
import {PureComponent, ReactElement, ReactEventHandler, RefObject, SyntheticEvent} from
"react";
import {ErrorInfo} from "react";

// здесь точно такой же код, как был разобран на предыдущем шаге

export default class Greeter extends PureComponent<Props, State, Snapshot> {
    // здесь точно такой же код, как был разобран на предыдущем шаге
}
```

### 47.4 React - Functional Component

Поскольку в *React* функциональные компоненты являются обычной функцией, то объявлять их можно двумя способами — в виде обычной функции (*Function Declaration*) и в виде функционального выражения (*Function Expression*), декларация которого также разделяется на два варианта: аннотирование самой функции и декларирования ссылки на неё. Здесь будет приведен код всех трех вариантов, но особое внимание будет уделено последнему варианту.

Как уже было сказано, первый способ, аннотирование *Function Declaration* ничем не отличается от аннотирования обычных функций.

```
import * as React from "react";
import {ReactElement} from "react";

export interface GreeterProps {
  requiredProperty: string;
  optionalProperty: string;
}

type Props = GreeterProps;

function Greeter ({requiredProperty, optionalProperty = 'value': Props):
  ReactElement<Props> {
  return null;
}

export default Greeter;
```

Второй способ, аннотирование функции, выступающей в качестве значения, также не отличается от аннотирования обычной функции.

```
import * as React from "react";
import {ReactElement} from "react";

export interface GreeterProps {
  requiredProperty: string;
  optionalProperty: string;
}

type Props = GreeterProps;

const Greeter = ({requiredProperty, optionalProperty = 'value': Props):
  ReactElement<Props> => {
  return null;
};

export default Greeter;
```

Третий способ, на который стоит обратить внимание, заключается в аннотировании ссылки на компонент с помощью встроенного в систему типов React обобщенного типа

`FunctionComponent<P>` (или его алиаса `FC<P>`). В нем нет ничего неординарного, поэтому о нём можно добавить, что в качестве аргумента типа он ожидает тип, описывающий свойства (`props`) компонента.

```
import * as React from "react";
import {FunctionComponent} from "react";

export interface GreeterProps {
  requiredProperty: string;
  optionalProperty: string;
}

type Props = GreeterProps;

const Greeter: FunctionComponent<Props> = ({requiredProperty, optionalProperty =
'value'}) => {
  return null;
};

export default Greeter;
```

Все варианты одинаковые, и выбор зависит от личных предпочтений. Хотя я склоняюсь к третьему варианту.

## 47.5 React - Обобщенные компоненты (Generics Component)

В *TypeScript* существует возможность объявлять пользовательские компоненты обобщенными. Это делает работу с ними более удобной и повышает их переиспользование. Чтобы избавить читателя от пересказа того, что подробно было рассказано в главе [Типы - Обобщения \(Generics\)](#), опустим теорию, которая относится к обобщенным типам и сосредоточимся на закреплении их использования. Для этого сначала будет смоделирована проблема, а затем предоставлено её решение при помощи обобщенных типов. Для начала рассмотрим сам синтаксис обобщенных компонентов.

В случае компонентов, расширяющих классы `Component` или `PureComponent`, нет ничего особенного, на что стоит обратить внимание.

```
interface Props<T> {}
class CustomComponent<T> extends Component<Props<T>, State, Snapshot> {}
class CustomComponent<T> extends PureComponent<Props<T>, State, Snapshot> {}
```

Нет ничего особенного и в объявлении функциональной декларации (*Function Declaration*).

```
interface Props<T> {}

function CustomComponent <T>(props: Props<T>): ReactElement<Props<T>> {
  return <div></div>;
}
```

Но относительно функциональных компонентов, в роли которых выступают стрелочные функции (*arrow function*), без курьезов не обошлось. Дело в том, что на данный момент *TypeScript* не

поддерживает обобщенные стрелочные функции в файлах с расширением `.tsx`. Это поведение связано с особенностью парсинга синтаксиса `jsx`. Для того, чтобы обойти эту проблему, можно указать, что параметр типа расширяет какой-либо другой тип. Проблемы также не будет, если будет указано два параметра типа.

```
// Error, в файлах с расширением .tsx нельзя объявлять обобщенные стрелочные функции
const CustomComponent: FunctionComponent<Props> = <T>(props: Props):
  ReactElement<Props> => (
    <div></div>
  );

// OK
const CustomComponent: FunctionComponent<Props> = <T extends any>(props: Props):
  ReactElement<Props> => (
    <div></div>
  );
```

Кроме того, объявление обобщенного функционального компонента в виде функционального выражения также накладывает некоторые ограничения. В большинстве случаев, использование параметров типа предполагается использовать в обобщенном интерфейсе, описывающим свойства (`props`) компонент. А это в свою очередь делает бессмысленным аннотацию идентификатора, ссылающегося на функцию.

```
interface Props<T> {}

const CustomComponent: FunctionComponent<Props< /** как получить тут, то... */ >> =
  function < /** ...что объявляется здесь */ > (props) {
    return <div></div>;
  }
```

Можно было бы указать в качестве аргумента типа тип `any` (`FunctionComponent<Props<any>>`), но это бы сделало бессмысленным саму типизацию. Поэтому единственный вариант объявления обобщенного функционального компонента в виде функционального выражения возможен путем аннотирования самой функции и переложением ответственности за аннотирование ссылки на вывод типов.

```
interface Props<T> {}

// переложить аннотирование ссылки на вывод типов
const CustomComponent = function <T>(props: Props<T>): ReactElement<Props<T>> {
  return <div></div>;
};
```

После того, как обобщенный тип был объявлен, его можно начать использовать в `.tsx` шаблонах.

```
// ...где-то в коде
```

```
interface IData { }
```

```
<CustomComponent<IData> />
```

На этом беглое рассмотрение объявления и создания обобщенных компонентов закончено, можно переходить к более практическим примерам.

Сложно представить приложение, в котором при построении отображения обошлось бы без идентичного кода, который повторяется в нескольких частях программы. Поэтому разработчики на основе готовых, низкоуровневых компонентов создают свои, более высокоуровневые компоненты. При этом, чтобы их можно было переиспользовать, они должны быть максимально универсальными. Поэтому давайте на простых примерах выясним, почему к этому стоит стремиться и как этого добиться.

В качестве простого примера представим, что существует используемый во множестве частей программы компонент `Select`. Каждый раз, когда пользователь выбирает тот или иной `Option`, компонент `Select` посылает вместе с событием `id` выбранного `Option`. При этом чтобы воспользоваться этим компонентом, необходимо по данным построить дерево, состоящее из компонентов `Select` и `Option`. То есть появляется потребность в использовании циклов. Кроме того, очень часто после получения `id` выбранного `Option` требуются операции над данными, с которыми он ассоциирован. Это означает, что каждый раз, когда вызывается слушатель событий, нужно перебирать массив с данными для поиска в нем элемента с нужным `id`.

Представьте сколько действий нужно проделать. А если в приложении будет создаваться множество компонентов `Select`, то эти действия придется повторить для каждого отдельного случая. Налицо нарушения принципа *DRY* (*"Don't repeat yourself"*, *"Не повторяйся"*).

Кроме того, бывают случаи, когда массив с данными, по которому строятся компоненты, собирается на основе других данных и сразу же передается в тот компонент, в котором с ним происходит дальнейшая работа. В случае, когда с этими данными нужно работать после того, как по ним отрендерятся визуальные компоненты, их требуется сохранить в локальное состояние. При повторении данного сценария это снова приведет к повторению кода, кроме того, код программы будет усложнен операциями по сохранению и поддержке данных в актуальном состоянии. Это приводит к нарушению ещё одного принципа, известного как принцип *KISS* (*"Keep it simple, stupid"*).

Чтобы устранить эти проблемы, разработчику придется создать новый слой абстракции (новый компонент), который инкапсулирует всю работу над компонентом `Select`.

```
interface IContactInfo { // описание каких-то данных
    id: string;
    phone: string;
    person: string;
}
```

```
interface Props { // описание свойств компонента высокого уровня
    data: IContactInfo[]; // данные
    onSelect: (data: IContactInfo) => void; // слушатель событий с помощью которого
```

```
компонент высокого уровня будет сообщать об изменении внутреннего состояния
}
```

```
// компонент более высокого уровня абстракции, который инкапсулировал хранение данных,
логику построения компонентов по данным
```

```
function SelectWithData({data, onSelect}: Props): ReactElement<Props>{
  // функция для динамического построения элементов Option по данным
  const getOptionAll = (data: IContactInfo[]) =>
data.map<ReactElement<OptionProps>>(({id, person}) => (
    <Option key={ id }>{ person }</Option>
  ));

  // внутренний слушатель событий, который отслеживает изменение более
низкоуровневого компонента Select
  const onInternalSelect = (id: string) => {
    let currentData = data.find(item => item.id === id); // ищем данные

    if (currentData) {
      onSelect( currentData ); // посылаем данные во внешний мир
    }
  };

  let optionAll = getOptionAll( data );

  return (
    <Select onSelect={onInternalSelect} >
      {optionAll}
    </Select>
  );
}
```

```
// ...
```

```
const data: IContactInfo[] = [
  {id: '0', person: 'Ivan', phone: '00000000'},
  {id: '1', person: 'Vasya', phone: '00000000'}
];
```

```
const onSelect = ( data: IContactInfo ) => {
  // данные принадлежат к типу IContactInfo
};
```

```
// где-то в коде
```

```
<SelectWithData data={data} onSelect={onSelect} />
```

```
// ещё где-то в коде
```

```
<SelectWithData data={data} onSelect={onSelect} />
```

Как видно из примера, у разработчика получилось решить проблему с хранением данных и повторением кода, но он получил другую: данный компонент нельзя назвать универсальным, так как он жестко зависит от типа `IContactInfo`, что причисляет его код к “неправильному”. Этот “неправильный” код специально был включен в примеры, чтобы ещё раз показать начинающим разработчикам, как делать нельзя. Нельзя завязывать код на специфических типах. Если потребуется отобразить данные, не принадлежащие к типу `IContactInfo`, придется создать новый компонент и тем самым снова нарушить принцип *DRY*.

Как минимум тип данных, который ожидает универсальный компонент, должен иметь собственную декларацию и описывать только минимально требуемые для успешного выполнения характеристики.

```
interface ISelectData { // декларируем минимально требуемые для работы компонента
  характеристики
  id: string;
  value: string;
}

interface Props { // описание свойств компонента высокого уровня
  data: ISelectData[]; // ожидаем данные...
  onSelect: (data: ISelectData) => void; // ...и выдаем данные принадлежащие к
  специфическому, для конкретного компонента, типу данных
}

// для успешного выполнения работы компонента достаточно данных принадлежащих к типу
ISelectData

function SelectWithData({data, onSelect}: Props): ReactElement<Props>{
  const getOptionAll = (data: ISelectData[]) =>
data.map<ReactElement<OptionProps>>(({id, value}) => (
    <Option key={id} >
      {value}
    </Option>
  ));

  const onInternalSelect = (id: string) => {
    let currentData = data.find(item => item.id === id);

    if (currentData) {
      onSelect(currentData);
    }
  };

  let optionAll = getOptionAll(data);

  return (
```



```
        <Select onSelect={onInternalSelect} >
            {optionAll}
        </Select>
    );
}

// ...

interface IContactInfo {
    id: string;
    phone: string;
    person: string;
}

interface IContactForSelectWithDataInfo extends ISelectData { // декларируем тип
    // который будет предназначен только для данных IContact и только для работы с компонентом
    // SelectWithData
    data: IContactInfo;
}

const data: IContactInfo[] = [
    {id: '0', person: 'Ivan', phone: '00000000'},
    {id: '1', person: 'Vasya', phone: '00000000'}
];

// преобразовываем данные с типом IContactInfo к данным с типом
// IContactForSelectWithDataInfo
const transformedData: IContactForSelectWithDataInfo[] = data.map(({ id, person,
    phone}) => ({
    id,
    value: person,
    data: {
        id,
        person,
        phone
    }
})));

const onSelect = (data: ISelectData) => {
    // данные принадлежат к типу ISelectData, чтобы работать с ними, как с типом
    // IContactForSelectWithDataInfo, потребуется явное приведение типа
};

// где-то в коде

<SelectWithData data={transformedData} onSelect={onSelect} />
```

```
// ещё где-то в коде
```

```
<SelectWithData data={transformedData} onSelect={onSelect} />
```

В этот раз получилось избавиться от всех описанных проблем (повторения кода, усложнения программы, отсутствие универсальности), но появилась ещё одна. Теперь данные, которые компонент передает в качестве аргументов при вызове слушателя событий, ограничены типом данных `ISelectData`, в то время как ожидается `IContactForSelectWithDataInfo`, который не получится получить без явного приведения типов (механизм приведения типов рассматривается в главе **Типизация - Утверждение типов**). Простыми словами, отсутствие возможности работать с компонентом не прибегая к механизмам преобразования типов делает его не полностью универсальным. Решить это можно было бы с помощью более общего типа, коим является тип `any`. Но в таком случае снизится типобезопасность программы, к тому же разработчик лишится такого замечательного механизма, как автодополнение.

В типизированных языках проблема с универсальностью решаются с помощью механизма создания обобщенных типов. К тому же *TypeScript* поддерживает синтаксис параметризованных компонентов, что будет продемонстрировано в последнем примере.

Оставшейся код ничем не отличается от предыдущего, за исключением введения обобщений, поэтому комментарии по нему не будет. Но стоит обратить внимание на параметры типов, как у типа `Props`, так и функционального компонента. Для того, чтобы не возникло ситуации, при которой данные не будут соответствовать минимально требуемому для успешной работы компонента типу данных, параметр типа, объявленный в типе `Props`, расширяет тип данных `ISelectData`. И, так как тип `Props` имеет параметр типа, ограниченный типом данных `ISelectData`, тип, выступающий в качестве аргумента типа `Props`, должен также быть совместимым с типом `ISelectData`. Другими словами, параметр типа функционального компонента также должен расширять тип данных `ISelectData` или же быть совместимым с ним.

```
interface ISelectData {  
    id: string;  
    value: string;  
}
```

```
interface Props<Data extends ISelectData> { // обобщенные свойства. будет лучше, если  
    параметр типа Data будет расширять минимально требуемый для успешной работы тип данных  
    data: Data[]; // указываем параметр типа в аннотации  
    onSelect: (data: Data) => void; // указываем параметр типа в аннотации параметра  
}
```

```
// параметр типа компонента также, как и Params, должен расширять ISelectData  
function SelectWithData <Data extends ISelectData> ({data, onSelect}: Props<Data>):  
    ReactElement<Props<Data>>{  
    const getOptionAll = (data: ISelectData[]) =>  
    data.map<ReactElement<OptionProps>>(({id, value}) => (  
        <Option key={id} id={id} >
```

```

        {value}
      </Option>
    ));

const onInternalSelect = (id: string) => {
  let currentData = data.find(item => item.id === id );

  if (currentData) {
    onSelect(currentData);
  }
};

let optionAll = getOptionAll( data );

return (
  <Select onSelect={onInternalSelect} >
    {optionAll}
  </Select>
);
}

// ...

interface IContactInfo {
  id: string;
  phone: string;
  person: string;
}

interface IContactForSelectWithDataInfo extends ISelectData {
  data: IContactInfo;
}

const data: IContactInfo[] = [
  {id: '0', person: 'Ivan', phone: '00000000'},
  {id: '1', person: 'Vasya', phone: '00000000'}
];

const transformedData: IContactForSelectWithDataInfo[] = data.map(({id, person, phone})
=> ({
  id,
  value: person,
  data: {
    id,
    person,
    phone
  }
}

```

```

    }));

const onSelect = (data: IContactForSelectWithDataInfo) => {
    // данные принадлежат к требуемому по сценарию типу
};

// где-то в коде

// передаем аргументы типа SelectWithData<IContactForSelectWithDataInfo>
<SelectWithData<IContactForSelectWithDataInfo> data={transformedData}
onSelect={onSelect} />

// ещё где-то в коде

// передаем аргументы типа SelectWithData<IContactForSelectWithDataInfo>
<SelectWithData<IContactForSelectWithDataInfo> data={transformedData}
onSelect={onSelect} />

```

## 47.6 React - HOC (Higher-Order Components)

При разработке React приложений очень часто разработчикам приходится создавать конструкцию, известную в *react*-сообществе, как *HOC* (*Higher-Order Components*).

*HOC* — это функция, которая принимает один компонент и возвращает новый. Другими словами, *hoc* — это функция, ожидающая в качестве параметров компонент (назовем его входным), который оборачивается в другой, объявленный в теле функции, компонент, который выступает в роли возвращаемого из функции значения (назовем его выходным). Слово “оборачивание”, применимое относительно компонентов, означает, что один компонент отрисовывает (рендерит) другой компонент, со всеми вытекающими из этого процесса (проксирования). За счет того, что входной компонент оборачивается в выходной, достигается расширение его и/или общего функционала. Кроме того, это позволяет устанавливать входному компоненту как зависимости, так и данные, полученные из внешних сервисов.

Если объяснения, что такое `hoc` и в каких случаях в нем появляется необходимость, выходит за рамки данной книги, то с примерами, иллюстрирующими самые распространенные случаи, ознакомится все же стоит.

Но прежде чем приступить к краткому рассмотрению примеров, будет полезно более подробно ознакомиться с сигнатурой `hoc`-функции.

Как уже было сказано, входной компонент оборачивается в объявленный в теле функции выходной компонент. И прежде чем кратко ознакомится с каждым из случаев, будет полезно отдельно рассмотреть сигнатуру `hoc`-функции на распространенном в практике примере, когда свойства (`props`) выходного компонента лишь дополняются свойствами входного компонента.

```

interface OutputProps {}

function withHOC<InputProps extends OutputProps>{

```

```
WrappedComponent: FunctionComponent<OutputProps> | ComponentClass<OutputProps>
): ComponentClass<InputProps>
```

Первым делом, при необходимости, декларируется тип-интерфейс, описывающий специфические для выходного компонента свойства (`props`). Далее объявляется параметр типа `InputProps`, который представляет специфические для входного компонента свойства и который расширяет тип данных `OutputProps`. В данном простом примере, в теле *hoc* оперировать требуется таким типом, которому полностью соответствует композиция типов входных и выходных свойств. Поэтому для удобства и сокращения кода тип входных параметров расширяет тип выходных параметров. Но стоит заметить, что бывают случаи, при которых подобное недопустимо (один из них будет рассмотрен далее).

Так как входной компонент может быть как классовым, так и функциональным компонентом, в аннотации параметра указывается объединенный тип `Union`, который состоит из обобщенных типов `FunctionComponent<OutputProps>` и `ComponentClass<OutputProps>`. Указывая в качестве аргументов типа тип данных `OutputProps`, аннотация как бы говорит разработчику, что для успешного выполнения *hoc* требуется компонент, обладающий признаками лишь одного типа `OutputProps`.

И наконец указывается аннотация возвращаемого из функции типа. В данном случае предполагается, что выходной компонент является классовым компонентом, поэтому тип указан как `ComponentClass<OutputProps>`. В случае, если выходной компонент являлся функциональным компонентом, то тип был бы указан как `FunctionComponent<OutputProps>`.

Теперь перейдем к рассмотрению кода, описывающего `hoc` целиком. Но так как его сигнатура уже была подробно изучена, а в его теле не происходит ничего, что не было бы рассмотрено в этой главе, нет необходимости в каких-либо комментариях.

И начать стоит с *hoc*, выходной компонент которого является классовым компонентом, использование которого требуется тогда, когда логика зависит от жизненного цикла компонента.

```
import * as React from "react";
import {FunctionComponent, ComponentClass} from "react";

interface OutputProps {
  outputProp: string;
}
interface State {}
interface Snapshot {}

function withHOC<InputProps extends OutputProps>(
  WrappedComponent: FunctionComponent<OutputProps> | ComponentClass<OutputProps>
): FunctionComponent<InputProps> {
  const WrapperComponent: FunctionComponent<InputProps> = props => (
    <WrappedComponent {...props} />
  );

  return WrapperComponent;
}
```

```
// файл CustomComponent.tsx
```

```
interface CustomComponentProps extends OutputProps {
  inputProp: string;
}

const CustomComponent: FunctionComponent<CustomComponentProps> = ({inputProp,
outputProp}) => {
  return null;
}

export default withHOC<CustomComponentProps>(CustomComponent);
```

```
// где-то в другом модуле
```

```
import CustomComponent from "../CustomComponent";
```

```
<CustomComponent /> // Error, отсутствуют обязательные свойства inputProp и outputProp
<CustomComponent inputProp='' /> // Error, отсутствует обязательное свойство outputProp
<CustomComponent inputProp='' outputProp='' /> // Ok
```

Если же потребности в жизненном цикле нет, то предпочтительней использовать *hoc*, у которого выходной компонент является функциональным.

```
import * as React from "react";
import {FunctionComponent, ComponentClass} from "react"
```

```
interface OutputProps {
  outputProp: string;
}
```

```
function withHOC<InputProps extends OutputProps>(
  WrappedComponent: FunctionComponent<OutputProps> | ComponentClass<OutputProps>
): FunctionComponent<InputProps> {
  const WrapperComponent: FunctionComponent<InputProps> = props => <WrappedComponent
{...props} />

  return WrapperComponent;
}
```

```
// файл CustomComponent.tsx
```

```
interface CustomProps extends OutputProps {
  inputProp: string;
```

```
}
```

```
const CustomComponent: FunctionComponent<CustomProps> = ({inputProp, outputProp}) => {  
    return null;  
}
```

```
export default withHOC<CustomProps>(CustomComponent);
```

```
// // // где-то в другом модуле
```

```
import CustomComponent from "../CustomComponent";
```

```
<CustomComponent /> // Error, отсутствуют обязательные свойства inputProp и outputProp  
<CustomComponent inputProp='' /> // Error, отсутствует обязательное свойство outputProp  
<CustomComponent inputProp='' outputProp='' /> // Ok
```

И в заключение предлагаю рассмотреть случай, когда параметры, устанавливаемые компоненту-обертке, отличаются от тех, которые он устанавливает оборачиваемому компоненту. И несмотря на то, что показанный ниже код отличается от предыдущего, подробного разбора не будет, так как в нем нет ничего, что к этому моменту не было бы известно читателю.

```
// hoc требует декларирования двух типов описывающих свойства
```

```
// входные свойства hoc
```

```
interface InputProps {  
    inputProps: string;  
}
```

```
// выходные свойства hoc
```

```
interface OutputProps {  
    outputProp: number;  
}
```

```
interface State {}
```

```
interface Snapshot {}
```

```
// параметру типа SharedProps не требуется расширять другие типы
```

```
// обобщенный тип, указанный в аннотации параметра функции, принимает в качестве  
аргумента типа тип пересечение Intersection
```

```
function withHOC<SharedProps>(  
    WrappedComponent: FunctionComponent<SharedProps & OutputProps> |  
    ComponentClass<SharedProps & OutputProps>  
)<SharedProps & InputProps> {  
    type InternalInputProps = SharedProps & InputProps; // делаем код читабельным  
    (повышаем его семантику)
```

```
// тип свойства выходного компонента указан как псевдоним типа
```

```

class WrapperComponent extends Component<InternalInputProps, State, Snapshot> {
  constructor(props: InternalInputProps){
    super(props);
  }

  private getOutputProps(): OutputProps {
    // здесь создаем часть выходных свойств определяемую типом OutputProps
    let outputProps: OutputProps = {outputProp: 0};

    return outputProps;
  }

  private inputToOutputProps(inputProps: Readonly<InternalInputProps>,
outputProps: OutputProps): SharedProps & OutputProps {
    // здесь создаем выходные свойства определяемые типами OutputProps и
SharedProps

    let {propInputInHOC, ...sharedProps} = inputProps as any; // фильтруем
свойства

    let resultProps: SharedProps & OutputProps =
{...outputProps, ...sharedProps}; // комбинируем свойства

    return resultProps;
  }

  render(): ReactElement<SharedProps & OutputProps> {
    let outputProps = this.inputToOutputProps(this.props,
this.getOutputProps()); // трансформируем свойства

    return <WrappedComponent {...outputProps} />
  };
}

return WrapperComponent;
}

```

// файл CustomComponent.tsx

// расширение другого типа не требуется

```

interface CustomProps {
  sharedProp: string;
}

```

// параметры выражены типом пересечения

```

const CustomComponent: FunctionComponent<CustomProps & OutputProps> = ({sharedProp,
outputProp}) => {
  return null;
}

```



```

}

// export default withHOC<InputProps>(CustomComponent);

// // // // где-то в другом модуле

import CustomComponent from "./CustomComponent";

<CustomComponent /> // Error, отсутствуют обязательные свойства sharedProp и outputProps
<CustomComponent sharedProp='' /> // Error, отсутствует обязательное свойство
outputProps
<CustomComponent sharedProp='' outputProps='' /> // Ok

```

## 48 Пространства имен (namespace) и модули (module)

### 48.1 Namespace и module — предназначение

Начать рассмотрение механизмов пространства имен и модулей стоит с уточнения области их применения. Эти механизмы не предназначены для масштабных приложений, которые должны строиться при помощи модулей и загружаться с применением модульных загрузчиков. В настоящее время их можно использовать при написании небольших скриптов, внедряемых непосредственно в *html*-страницу при помощи тега `<script>`, либо в приложениях, которые по каким-либо причинам не могут использовать модульную систему.

### 48.2 Namespace - определение

Пространство имен — это конструкция, которая объявляется при помощи ключевого слова `namespace` и представляется в коде обычным *JavaScript* объектом.

```

namespace Identifier {

}

```

Механизм пространства имен является решением такой проблемы, как коллизии в глобальном пространстве имен, дошедшего до наших дней из тех времён, когда ещё в спецификации *JavaScript* не было определено такое понятие, как модули. Простыми словами пространства имен — это совокупность обычной глобальной переменной и безымянного функционального выражения.

Объявленные внутри пространства имен конструкции инкапсулируются в безымянном функциональном выражении. Те части, которые должны быть видны снаружи, записываются в объект, ссылка на который была сохранена в глобальную переменную, которая при вызове была передана в качестве аргумента. Что записывать в глобальный объект, а что нет, компилятору указывают при помощи ключевого слова `export`, о котором речь пойдет совсем скоро.

*До компиляции*

```
namespace NamespaceIdentifier {
  class PrivateClassIdentifier {}
  export class PublicClassIdentifier{}
}
```

После компиляции

```
var NamespaceIdentifier;

(function (NamespaceIdentifier) {

  class PrivateClassIdentifier {
  }
  class PublicClassIdentifier {
  }

  NamespaceIdentifier.PublicClassIdentifier = PublicClassIdentifier;

})(NamespaceIdentifier || (NamespaceIdentifier = {}));
```

Также стоит добавить, что `namespace` является глобальным объявлением. Это дословно означает, что пространство имен, объявленное как глобальное, не нуждается в экспортировании и импортировании, а ссылка на него доступна в любой точке программы.

## 48.3 Модули (`export`, `import`) — определение

Модули в *TypeScript* определяются с помощью ключевых слов `export` / `import` и представляют механизм определения связей между модулями. Данный механизм является внутренним для *TypeScript* и не имеет никакого отношения к модулям `es2015`. В остальном они идентичны `es2015` модулям, за исключением определения модуля по умолчанию (*export default*).

```
// Файл declaration.ts
```

```
export type T1 = {};

export class T2 {}
export class T3 {}

export interface IT4 {}

export function f1(){}

export const v1 = 'v1';
export let v2 = 'v2';
export var v3 = 'v3';
```

Файл index.ts

```
import {T2} from './declaration';
import * as declaratios from './declaration';
```

Кроме того, объявить с использованием ключевого слова `export` можно даже `namespace`. Это ограничит его глобальную область видимости и его использование в других файлах станет возможным только после явного импортирования.

// Файл declaration.ts

```
export namespace Bird {
  export class Raven {}
  export class Owl {}
}
```

// Файл index.ts

```
import {Bird} from "./declaration";

const birdAll = [ Bird.Raven, Bird.Owl ];
```

Стоит отметить, что экспортировать `namespace` стоит только тогда, когда он объявлен в теле другого `namespace`, но при этом до него нужно добраться из программы.

```
namespace NS1 {
  export namespace NS2 {
    export class T1 {}
  }
}
```

## 48.4 Конфигурирование проекта

Для закрепления пройденного будет не лишним взглянуть на конфигурирование минимального проекта.

*Структура проекта*

```
* /
* dest
* src
```

```
* Raven.ts
* Owl.ts
* index.ts
* package.json
* tsconfig.json
```

```
// Файл Raven.ts
```

```
namespace Bird {
  export class Owl {}
}
```

```
// Файл Owl.ts
```

```
namespace Bird {
  export class Raven {}
}
```

```
// Файл index.ts
```

```
namespace App {
  const {Raven, Owl} = Bird;

  const birdAll = [Raven, Owl];

  birdAll.forEach( item => console.log(item) );
}
```

```
// Файл tsconfig.json
```

```
{
  "compilerOptions": {
    "target": "es2015",
    "module": "none",
    "rootDir": "./src",
    "outFile": "./dest/index.bundle.js"
  }
}
```

```
// Файл package.json
```

```
{
  "name": "namespaces-and-modules",
  "version": "1.0.0",
  "description": "training project",
  "main": "index.js",
  "scripts": {
    "start": "./node_modules/.bin/tsc --watch",
    "build": "./node_modules/.bin/tsc"
  },
  "author": "",
  "license": "ISC",
  "devDependencies": {
    "typescript": "^2.5.2"
  }
}
```

Осталось собрать проект, выполнив в консоли следующую команду:

```
npm run build
```

Если все было сделано правильно, то в директории *dest* должен появиться файл *index.bundle.js*

```
// Файл index.bundle.js
```

```
var Bird;
```

```
(function (Bird) {
  class Owl {
  }
  Bird.Owl = Owl;
})(Bird || (Bird = {}));
```

```
var Bird;
```

```
(function (Bird) {
  class Raven {
  }
  Bird.Raven = Raven;
})(Bird || (Bird = {}));
```

```
var App;
```

```
(function (App) {  
  const { Raven, Owl } = Bird;  
  const birdAll = [Raven, Owl];  
  birdAll.forEach(item => console.log(item));  
})(App || (App = {}));
```

## 49 Настройка рабочего окружения

### 49.1 Настройка рабочего окружения

Важным фактом является то, что насколько бы ни была продуктивной работа создателей *TypeScript*, им не успеть за развитием всей индустрии, всего сообщества. Простыми словами, насколько бы ни был продвинут компилятор, на практике его возможностей не хватает. Для того, чтобы покрыть все потребности, разработчикам приходится прибегать к использованию сторонних библиотек, распространяемых через пакетный менеджер *npm*.

Кроме того, *html* и *css* используют в чистом виде, по большей части, только в образовательных целях. В реальных проектах используют их более продвинутые аналоги, как, например, *jade* или *sass*, которые, также как *TypeScript*, нуждаются в компиляторах. Кроме того, приложения не обходятся без шрифтов, иконок и изображений, которые в целях оптимизации также принято предварительно обрабатывать. Поэтому современный процесс разработки не представляется возможным без специализированных сборщиков, таких как *webpack* или *gulp*.

Если последний относится к так называемым *task runner*'ам, при использовании которого разработчик самостоятельно создает для каждого конкретного процесса уникальную задачу, самостоятельно настраивает отлов ошибок и самостоятельно создает композицию из получившихся задач. В свою очередь *webpack* — это настоящий комбайн, для которого нужно устанавливать требуемые для конкретного проекта плагины, которые затем нужно конфигурировать, указывая пути к тем или иным директориям.

Но так как книга посвящена языку *TypeScript*, то прежде всего для большего понимания нужно рассмотреть сборку проекта с помощью только одного компилятора *TypeScript*. Но прежде, чем приступить, стоит уточнить несколько важных деталей. Первое, на что стоит обратить внимание — все устанавливаемые модули устанавливаются в проект локально. Кроме того, все проделывается на операционной системе *Ubuntu*, на которой настроен *NodeJS*.

### 49.2 Сборка проекта с помощью tsc (TypeScript compiler)

Первым делом нужно создать директорию, в данном случае это будет директория с названием *typescript-with-tsc*, которая будут содержать две поддиректории *src* и *dest*. В первой будут находиться все исходные файлы с расширением *.ts*, а во второй — размещаться преобразованные файлы с расширением *.js*.

Теперь нужно открыть консоль в рабочей директории и выполнить инициализацию *npm*, в данном случае — ускоренную.

```
npm init -y
```

На этот момент в директории должен появиться файл *package.json*. После инициализации *npm*, установим компилятор *TypeScript*, выполнив в консоли следующую команду:

```
npm i -D typescript
```

После успешной установки прежде всего нужно выполнить конфигурирование *TypeScript*. Для этого следовало бы выполнить в консоли:

```
tsc init
```

Но, так как *TypeScript* установлен только локально, следует указать путь к нему:

```
./node_modules/.bin/tsc --init
```

После этого в директории должен появиться файл *tsconfig.json*, точную настройку которого можно произвести после прочтения главы, посвященной опциям компилятора (глава [Опции компилятора](#)), а пока просто укажем нужные настройки. В сгенерированном файле *tsconfig.json* будет очень много опций, большинство из которых закомментировано, но в итоге должно получиться нечто подобное:

```
{
  "compilerOptions": {
    "target": "es5",
    "module": "system",
    "outFile": "./dest/build.js",
    "rootDir": "./src"
  },
  "exclude": [
    "/node_modules/"
  ]
}
```

Теперь можно приступить к *dev* сборке. Для этого нужно открыть файл *package.json* и в поле `script` прописать команды для пакетного менеджера *npm*.

```
{
  "name": "typescript-with-tsc",
  "version": "1.0.0",
  "description": "",
  "main": "index.js",
  "scripts": {
    "build": "./node_modules/.bin/tsc --project ./tsconfig.json --watch",
    "test": "echo \"Error: no test specified\" && exit 1"
  },
}
```

```
"author": "",
"license": "ISC",
"devDependencies": {
  "typescript": "^2.5.2"
}
}
```

Теперь осталось только создать в директории *src* файл *index.ts* и запустить процесс разработки, выполнив в консоли команду:

```
npm run build
```

После этого в папке *dest* должен появиться скомпилированный *index.js*, а при изменении файлов в директории *src* преобразование должно запускаться автоматически. Сразу стоит обратить внимание на то, как именно компилятор понимает, что компилировать.

Для примера, создадим в директории *src* файл *hello-world.ts*, в котором объявим функцию, возвращающее приветствие.

```
// Файл hello-world.ts
```

```
export function getMessage(): string {
  return 'Hello World!';
}
```

Важный момент заключается в том, что компилятор не будет обращать на этот файл внимание, пока он не будет задействован в программе.

```
import {getMessage} from './hello-world';

console.log(getMessage()); // Hello World!
```

Такое поведение называется *Tree Shaking* и если по каким-либо причинам его нужно переопределить, то для этого нужно поправить конфигурацию компилятора.

```
{
  "compilerOptions": {
    "target": "es5",
    "module": "system",
    "outFile": "./dest/build.js",
    "rootDir": "./src/"
  },
  "include": [
    "./src/**/*.ts"
  ]
}
```



```
],  
  "exclude": [  
    "/node_modules/"  
  ]  
}
```

Очень часто бывает так, что при разработке в коде используются библиотеки, которых не должно быть в конечной сборке. Для этого можно было бы каждый раз переписывать конфигурационный файл *tsconfig.json*, но есть способ сделать это элегантнее.

Для того, чтобы разделить *dev* сборку от *prod* сборки, следует создать ещё один конфигурационный файл. Назовем его *tsconfig.prod.json* и поместим его также в корне проекта. Стоит добавить, что конфигурационные файлы можно размещать где угодно, главное при запуске компилятора передавать путь к нужному конфигурационному файлу с помощью опции `--project`. Если это не сделать, компилятор будет искать файл *tsconfig.json* в той директории из под которой он был запущен.

```
tsc  
tsc --project ./tsconfig.json
```

// or

```
tsc --project ./tsconfig.props.json
```

После того, как конфигурационный файл был создан и в нем были установлены нужные опции, остается только создать команду для запуска *prod* сборки. Для этого снова откройте файл *package.json* и в свойстве `script` укажите команду для запуска компиляции, только на этот раз укажите путь до *tsconfig.prod.json*. Единственное, на что стоит обратить внимание, что при финальной сборке не нужно указывать опцию `--watch`, которая говорит компилятору, что нужно отслеживать изменения в файлах и автоматически перезапускать сборку.

```
{  
  "name": "typescript-with-tsc",  
  "version": "1.0.0",  
  "description": "",  
  "main": "index.js",  
  "scripts": {  
    "build": "./node_modules/.bin/tsc --project ./tsconfig.json --watch",  
    "build:prod": "./node_modules/.bin/tsc --project ./tsconfig.prod.json",  
    "test": "echo \"Error: no test specified\" && exit 1"  
  },  
  "author": "",  
  "license": "ISC",  
  "devDependencies": {  
    "@types/react": "^16.0.5",  
    "@types/react-dom": "^15.5.4",  
  }  
}
```

```
"react": "^15.6.1",  
"react-dom": "^15.6.1",  
"typescript": "^2.5.2"  
}  
}
```

Чтобы запустить такую сборку нужно, как и прежде, выполнить команду в терминале, только на этот раз указать другое имя.

```
npm run build:prod
```

Также не будет лишним упомянуть, что реальные проекты практически всегда изобилуют множеством конфигурационных файлов. Поэтому если у Вас возникает мысль, что один конфигурационный файл не удовлетворяет условиям нескольких сборок, даже не раздумывайте, сразу создавайте отдельный конфигурационный файл. При этом не отбрасывайте вариант с расширением одного конфигурационного файла другим с помощью `extends`, более подробно о котором можно узнать из главы, посвященной опциям компилятора.

## 50 Сборка с использованием ссылок на проекты

### 50.1 Ссылки на проекты

Начиная с версии *3.0*, в *TypeScript* стало возможным более эффективно работать с проектами за счет объединения множества зависимых проектов в общий процесс сборки. Это стало возможным за счет реализации функционала, позволяющего ссылаться на другие проекты. Добавленный функционал упростил работу с так называемыми общими репозиториями, то есть, проектами, состоящими из отдельных, зависимых друг от друга и логически схожих, проектами.

Благодаря ссылкам на проекты значительно сократилось время сборки проекта. В этом компилятору `tsc` помогают алгоритмы интеллектуальных инкрементальных сборок, которые компилируют только те части, которые в этом нуждаются. При этом под словом «часть» подразумевается не только фрагмент программы, но и отдельные проекты. Кроме того, ссылки на проекты после сборки повторяют исходную структуру связанных зависимостей, что немаловажно при работе с разбитыми на части проектами. Другими словами ссылки на проекты позволяют компилировать множество отдельных проектов, собираемых по правилам, описанным в уникальных для каждого проекта `tsconfig.json`, в результате чего будет получено множество завершенных частей программ (библиотеки, динамически подгружаемые части приложения, микросервисы). Добиться подобного без использования ссылок на проекты невозможно, поскольку результатом обычной компиляции является только одна часть программы, собранная по правилам одного конфигурационного файла.

Проект, который использует другие проекты в качестве своих зависимостей, должен указать ссылки на них в своем конфигурационном файле. Для этих целей в `tsconfig.json` существует специальное свойство верхнего уровня `references`. Свойство `references` ассоциируется с массивом объектов, поля которого описывают установки для связываемых проектов. Одним из ключевых полей является `path`, в качестве значения которого указывается ссылка на конфигурационный файл `tsconfig.json` проекта-зависимости, либо директорию, которая его содержит.

```
{
  "references": [
    { "path": "path/to/tsconfig.json" },
    { "path": "path/to/dir/with/tsconfig-json/" }
  ]
}
```

Важной деталью является то, что конфигурационный файл проекта, выступающего в качестве зависимости, обязан уведомлять об этом компилятор явным образом при помощи флага `composite`, установленного в `true`.

```
{
  "compilerOptions": {
    "composite": true
  }
}
```

Данный флаг гарантирует активацию других параметров, необходимых для более эффективной и быстрой работы поиска зависимостей. Активация флага `composite` переопределяет некоторое стандартное поведение. Так, например, если параметр `rootDir` не установлен явно, то он будет ссылаться на директорию, содержащую конфигурационный файл `tsconfig.json`, в то время как обычно ссылается на директорию, из которой был запущен процесс компиляции.

При разработке с использованием загружаемых через `npm` сторонних библиотек в качестве источника информации о типах используются поставляемые в комплекте файлы декларации `.d.ts`. Разработчики могут быть в них уверены, так как после загрузки исходный код библиотек не изменяется. Когда в качестве зависимости выступает ссылка на проект, то изменение исходного кода является нормальной практикой. По этой причине, в качестве источников информации о типах используются сами файлы `.ts` или `.tsx`, составляющие эти проекты, поскольку только таким образом можно быть уверенным, что работа происходит с актуальной версией.

Если исходный код проектов, выступающих в качестве зависимостей, не подвержен частым изменениям, то сборку проекта можно ускорить за счет установки значения `false` опции компилятора `disableSourceOfProjectReferenceRedirect`, что уведомит компилятор об исключении из наблюдения файлов проекта и указания в качестве источников типов файлов деклараций `.d.ts`. Данная опция указывается в конфигурационном файле проекта, выступающего в качестве зависимости. При этом нужно не забыть активировать саму генерацию деклараций, установив флаг `declaration` в `true`.

```
{
  "compilerOptions": {
    "disableSourceOfProjectReferenceRedirect": true,
    "declaration": true,
    "composite": true,
  }
}
```

```
"outDir": "path/to/outdir/"
}
```

Это ускорит процесс сборки и разработки, но потребует дополнительных усилий от разработчиков на пре-компиляцию, необходимую для получения `.d.ts`. Кроме того процесс пересборки потребуется повторять при каждом изменении исходного кода проекта. Поэтому потребность в опции `disableSourceOfProjectReferenceRedirect` кажется разумной лишь на очень больших проектах.

Помимо перечисленного разработчики *TypeScript* добавили возможность для других инструментов сборки взаимодействовать с механизмом ссылок на проекты с помощью *API*. Это также будет неоценимо на крупных проектах, а для случаев работы над небольшими проектами, специально был добавлен новый флаг компилятора `--build`.

Команда компилятора `--build` ожидает перечисление конфигурационных файлов и может быть использована совместно с такими специфичными для данной команды флагами, как `--verbose`, `--dry`, `--clean` и `--force`.

Флаг `--verbose` выводит подробную информацию о сборке и может сочетаться с любыми другими флагами. Флаг `--dry` выполняет сборку, не порождая выходные файлы. Флаг `--clean` удаляет выходные файлы, соответствующие заданным входным. `--force` принудительно выполняет не инкрементальную сборку. Кроме того, команда `--build` может сочетаться с такой командой как `--watch`, которая из всех специфичных для `--build` флагов сочетается только с флагом `--verbose`.

Также не лишним будет упомянуть, что при использовании команды `--build` компилятор ведет себя так, будто опция `--noEmitOnError` установлена в `true`. Причина этому инкрементальная сборка, которая, при наличии ошибки в коде, выводит уведомления только при непосредственной компиляции, которая возникает исключительно при условии внесения изменения в компилируемый граф зависимостей, что может привести к трудновывяляемым багам. Ведь если разработчик, при возникновении множества ошибок, первым делом возьмется за устранение ошибок, возникших в других зависимостях, об ошибках в коде, которого изменения не коснулись, компилятор сообщать уже не будет. Но несмотря на отсутствие ошибок в консоли, ошибки так и останутся в программе.

## 51 Декларации

### 51.1 Что такое декларация (Declaration)

В то время, когда в программах, разрабатываемых на *TypeScript*, используются библиотеки, написанные на *JavaScript*, компилятор *tsc* чувствует себя словно с завязанными глазами. И несмотря на то, что с каждой новой версией вывод типов все лучше и лучше умеет разбирать *JavaScript*, до идеала ещё далеко. Кроме того, разбор *JavaScript* кода добавляет нагрузку на процессор.

Эту проблему решают генерируемые из *TypeScript* кода или создаваемые вручную декларации, которые содержат типизированное описание структуры кода. Декларация содержит только описание программы и размещается в файлах с расширением `.d.ts`

Файл Animal.ts

```
export default class Animal {  
  public name: string = 'animal';  
  
  public voice(): void {}  
}
```

Файл Animal.d.ts

```
declare module "Animal" {  
  export default class Animal {  
    name: string;  
    voice(): void;  
  }  
}
```

Еще не забыты дни, когда для часто используемых библиотек приходилось писать декларации самим разработчикам на *TypeScript*, вручную. При этом очень часто в них присутствовали ошибки. Кроме того, декларации не успевали обновляться под постоянно развивающиеся библиотеки.

Сейчас такие проблемы кажутся уже нереальными, но несмотря на это, до сих пор приходится прибегать к использованию менеджера деклараций, который был создан в те самые далекие времена.

## 51.2 Установка деклараций с помощью @types

Тогда, когда декларация распространяется отдельно от библиотеки, она, скорее всего, попадет в огромный репозиторий на *github* под названием *DefinitelyTyped*, который содержит очень большое количество деклараций. Чтобы было проще ориентироваться в этом множестве, помимо сайта [TypeSearch](#), выступающего в роли поисковика, был создан менеджер деклараций под названием *Typed*. Но о нем мы говорить не будем, так как он применяется при работе с *TypeScript* версии меньше чем *v2.0*, поэтому речь пойдет о его развитии в образе команды пакетного менеджера *npm*, а именно *@types*.

Для того чтобы установить декларацию, нужно выполнить в консоли команду, в которой после директивы `@types` через косую черту `/` указывается имя библиотеки, чью декларацию нужно подключить.

```
npm i -D @types/name
```

Чтобы сразу перейти к рассмотрению, воспользуемся проектом, который был создан в теме, посвященной настройке рабочего окружения, и для демонстрации работы установим библиотеку *React*.

Первым делом установим саму библиотеку *React*, выполнив в консоли, запущенной из под директории проекта, следующую команду.

```
npm i -D react
```

Открыв директорию */node\_modules/* можно убедиться, что библиотека *React* успешно установилась, поэтому сразу же попытаемся импортировать её в расположенный в директории *src* файл *index.ts*, предварительно изменив его расширение на требуемое для работы с *React* — *.tsx*.

Файл *src/index.tsx*

```
import React, {Component} from 'react'; // Error
```

Несмотря на установленную на предыдущем шаге библиотеку *React*, при попытке импортировать её модули возникла ошибка. Возникла она потому, что компилятору *TypeScript* ничего не известно о библиотеке *React*, так как декларация не поставляется вместе с ней. Поэтому чтобы *tsc* понял, что от него хотят, нужно дополнительно установить декларацию при помощи команды `@types` пакетного менеджера `npm`.

```
npm i -D @types/react
```

Ошибка, возникающая при импорте модулей *React*, исчезла, а если заглянуть в директорию */node\_modules/*, то можно увидеть новую примечательную поддиректорию `@types`, в которую будут складываться все устанавливаемые с помощью опции `@types`, декларации.

Но для полноты картины и этого недостаточно. Для того чтобы добавить наш компонент в DOM-дерево, нужно установить `ReactDOM`, который уже давно развивается отдельной библиотекой.

```
npm i -D react-dom
```

Кроме того, нужно установить декларацию.

```
npm i -D @types/react-dom
```

Осталось только активировать опцию `--jsx` в *tsconfig.json* и скомпилировать проект, как это было показано ранее.

```
import React, {Component} from 'react'; // Ok
import * as ReactDOM from 'react-dom'; // Ok
```

```
const HelloReact = () => <h1>Hello react!</h1>;
```

```
ReactDOM.render(  
  <HelloReact />,  
  document.querySelector('#root')  
);
```

### 51.3 Подготовка к созданию декларации

Помимо того, что декларацию можно написать руками, её также можно сгенерировать автоматически, при условии что код написан на *TypeScript*. Для того, чтобы *tsc* при компиляции генерировал декларации, нужно активировать опцию компилятора `--declaration`.

Будет не лишним напомнить, что декларацию нужно генерировать только тогда, когда библиотека полностью готова. Другими словами, активировать опцию `--declaration` нужно в конфигурационном файле *prod* сборки.

Кроме того, в декларации нуждается только код, который будет собран в подключаемую библиотеку. Поэтому точкой входа в библиотеку должен быть файл, который содержит только импорты нужных модулей. Но разработка библиотеки невозможна без её запуска, а значит и точки входа, в которой будет создан и инициализирован её экземпляр. Поэтому чтобы избежать чувства «что-то пошло не так», вы должны помнить, что при создании библиотеки, требующей декларацию, в проекте может быть несколько точек входа.

Кроме того, точкой входа самого компилятора служит конфигурационный файл, который ему был установлен при запуске. Это означает, что если проект находится в директории *src*, то в декларации путь будет указан как *"src/libname"* вместо требуемого *"lib"*.

```
// Ожидается
```

```
declare module "libname" {  
  //...  
}
```

```
// Есть
```

```
declare module "src/libname" {  
  //...  
}
```

Это в свою очередь означает, что при импорте модулей придется учитывать лишнюю директорию.

```
// Ожидается
```

```
import {libname} from 'libname';
```

```
import {libname} from 'src/libname';
```

Это проблему можно решить, разместив конфигурационный файл в директории исходного кода, в нашем случае это директория *src*. Кто-то не придаст этому значение, кому-то, как, например, автору, это может показаться не эстетичным. Поэтому при рассмотрении генерации деклараций с помощью *tsc*, конфигурационный файл будет лежать непосредственно в директории *src*. Но при рассмотрении генерации деклараций с помощью сторонних библиотек, будет освещен альтернативный вариант.

Но и это ещё не все. Представьте, что Вы создаете библиотеку *React*, которая в коде представляется одноимённым классом, расположенном в файле *React.ts*. При этом модуль, который будет представлять вашу библиотеку, должен называться `react`, что в свою очередь означает, что точка входа библиотеки должна находиться в файле с названием *react.js*. Ну и что, спросите вы? Если вы ещё не знаете ответ на этот вопрос, то будете удивлены, узнав что существуют операционные системы, как, например, *Windows*, которые расценивают пути до файлов *React.ts* и *react.ts* идентичными. Простыми словами если в директории присутствует файл с идентификатором *Identifier*, то ОС просто не позволит создать одноимённый файл, даже если его символы будут отличаться регистром. Именно об этом и будет сказано в ошибке, возникающей тогда, когда *TypeScript* обнаружит одноимённые файлы в одной директории. Кроме того, если ваша операционная система позволяет создавать файлы, чьи идентификаторы отличаются только регистром, помните, что разработчик, работающий с вами в одной команде, не сможет даже установить проект себе на машину, если его операционная система работает по другим правилам.

Поэтому решений у этой проблемы, на самом деле, всего два. Задавать идентификаторы, которые будут отличаться не только регистром. Или же размещать файлы таким образом, чтобы их идентификаторы не пересекались в одной директории. Но при этом нужно помнить, что структура модулей также изменится.

Также следует обратить внимание на правила именования директории, в которую будут компилироваться файлы. Для этого рассмотрим пример, приведенный в разделе «Настройка рабочего окружения», но с одной модификацией. Дело в том, что в случае, когда разрабатывается приложение, директорию, в которую складываются завершённые файлы, принято называть *dest* (сокращение от слова *destination*). В случае разработки внешней библиотеки или фреймворка, директорию для собранных файлов принято называть *dist* (сокращение от слова *distributive*).

## 51.4 Разновидности деклараций

На самом деле это глава должна называться «разновидности библиотек», так как именно о них и пойдет речь. Дело в том, что совсем недавно вершиной хорошего тона считалось объединение всего кода в один файл. Это же правило соблюдалось и при создании библиотек. Но сейчас все кардинально поменялось, и дело вот в чем.

В мире *JavaScript* существует большое количество библиотек, чей размер по меркам клиентских приложений превышает разумный. При этом отказ от них будет означать, что вам придется тратить драгоценное время на реализацию части их функционала. Это побудило создателей сборщиков наделять свои творения механизмом, который получил имя *Tree Shaking*.

*Tree Shaking* — это такой механизм, который позволяет включать в сборку только тот код, который используется. В перспективе это должно быть спасением, но на деле не все так, как хотелось.

Дело в том, что на данный момент *Tree Shaking* работает, только если библиотеки разбиты на множество модулей. К примеру такие именитые библиотеки, как *lodash* или *rxjs*, собирают все



функции как отдельную библиотеку, поэтому, если вам понадобится только малая часть их функционала, можно не переживать из-за большого размера, ведь в их случае *Tree Shaking* сможет отсеять неиспользуемое. Обозначим подобные библиотеки, как библиотеки с множеством точек входа.

Помимо библиотек, подобных тем, что по своей идеологии могут представляться в программе частями, также существуют те, которые могут работать только в полной комплектации. Обозначим такие библиотеки, как библиотеки с единственной точкой входа.

## 51.5 Декларации и область видимости

Важным моментом при создании деклараций для библиотек является понимание того, как их трактует компилятор. Дело в том, что все доступные компилятору декларации находятся в общей для всех области видимости. Это означает, что как и в случае с такими конструкциями, как переменные, функции и классы, декларации способны затенять или, другими словами, перекрывать друг друга. Кроме того, идентификатор файла не играет никакой роли, так как компилятор рассматривает только определение деклараций с помощью ключевого слова `declare`. Проще говоря, два файла, имеющие отличные идентификаторы, но идентичные определения, будут затенять друг друга.

```
// Файл ./types/petanimal.d.ts
```

```
declare module "Pig" { // Error
  export default class Pig {}
}
declare module "Goat" { // Error
  export default class Goat {}
}
declare module "petanimal" { // Ok
  export { default as Pig } from "Pig";
  export { default as Goat } from "Goat";
}
```

```
// Файл ./types/wildanimal.d.ts
```

```
declare module "Pig" { // Error
  export default class Pig {}
}
declare module "Goat" { // Error
  export default class Goat {}
}
declare module "wildanimal" { // Ok
  export { default as Pig } from "Pig";
  export { default as Goat } from "Goat";
}
```

```
// Файл index.ts
```

```
import Pig from 'Pig'; // From which library should import module?
```

Начать понимание области видимости декларации стоит с того, как именно компилятор определяет, что есть декларация в тех случаях, когда она распространяется не через `npm`. Прежде всего он ищет в файле `package.json` свойство `types` и если оно не определено или имеет значение `""`, то компилятор ищет файл с именем `index.d.ts` в корне директории, который расценивается в качестве точки входа. В случае, если свойство `types` ссылается на конкретную декларацию, то точкой входа считается она. Разработчик может взаимодействовать только с теми модулями, до которых можно проложить путь от точки входа.

Кроме того, ограничить область видимости можно при помощи `module` или `namespace`. Единственное, о чем сейчас стоит упомянуть, что как `module`, так и `namespace` нужно расценивать как обычную область видимости, так как в их описании не может присутствовать больше одного объявления экспорта по умолчанию (`export default`).

Если не уделить должного внимания области видимости при создании деклараций для подключаемых библиотек, у разработчиков, которые будут использовать подобные декларации с другими декларациями, которые имеют идентичное определение, могут возникнуть ошибки на этапе компиляции.

Решений у этой проблемы всего два — сокрытие определений и уточнение определений. Способ, к которому стоит прибегнуть, зависит от того, какого рода библиотеку вы разрабатываете.

## 51.6 Декларации для библиотек с одной точкой входа

В проекте, созданном в теме, посвященной настройке рабочего пространства, в директории `src` создайте две точки входа, одну для разработки `index.ts`, а другую для `prod`-версии, имя которой должно соответствовать имени библиотеки, в нашем случае это будет `index.lib.ts`.

По умолчанию, точкой входа, как `npm` пакета, так и декларации, является файл с именем `index`. Поэтому, если в проект библиотеки имеет несколько точек входа, то важно не забыть указать имя файла в `package.json` в свойстве `types`. В случае, если для сборки используется `webpack`, то будет значительно проще изменить имя на `index` во время компиляции.

Кроме того создайте два файла: `IAntimal.ts` и `Zoo.ts`. Также в директории `src` создайте директорию `animal`, в которой будут размещены два файла: `Bird.ts` и `Fish.ts`. В итоге должна получиться следующая структура:

```
* /
  * src
    * utils
      * string-util.ts
    * animal
      * Bird.ts
      * Fish.ts
    * IAntimal.ts
    * Zoo.ts
    * index.ts
```

```
* index.lib.ts
* tsconfig.prod.ts
```

```
// Файл IAnimal.ts
```

```
export interface IAnimal {
  name: string;
}
```

```
// Файл utils/string-util.ts
```

```
export function toString( text: string ): string {
  return `[object ${ text }]`;
}
```

```
// Файл animals/Bird.ts
```

```
import { IAnimal } from "../IAnimal";
import * as StringUtil from "../utils/string-util"

export default class Bird implements IAnimal {
  constructor(readonly name: string) {}

  public toString(): string {
    return StringUtil.toString(this.constructor.name);
  }
}
```

```
// Файл animals/Fish.ts
```

```
import { IAnimal } from "../IAnimal";
import * as StringUtil from "../utils/string-util"

export default class Fish implements IAnimal {
  constructor(readonly name: string) {}

  public toString(): string {
    return StringUtil.toString(this.constructor.name);
  }
}
```

```
}  
}
```

```
// Файл Zoo.ts
```

```
import { IAnimal } from "./IAnimal";  
  
export default class Zoo {  
  private animalAll: IAnimal[ ] = [ ];  
  
  public get length(): number {  
    return this.animalAll.length;  
  }  
  
  public add(animal: IAnimal): void {  
    this.animalAll.push(animal);  
  }  
  public getAnimalByIndex(index: number): IAnimal {  
    return this.animalAll[index];  
  }  
}
```

```
// Файл index.ts
```

```
import Bird from "./animals/Bird";  
import Fish from "./animals/Fish";  
  
import Zoo from './Zoo';  
  
const zoo: Zoo = new Zoo();  
  
zoo.add( new Bird('raven') );  
zoo.add( new Fish('shark') );  
  
for( let i = 0; i < zoo.length; i++ ){  
  console.log( `Animal name: ${ zoo.getAnimalByIndex(i).name }.` );  
}
```

```
// Файл index.lib.ts
```

```

/** imports */

import { IAnimal } from './IAnimal';
import ZooCollection from './Zoo;

/** re-exports */

export {IAnimal} from './IAnimal'; // type

export {default as Bird} from './animals/Bird'; // type
export {default as Fish} from './animals/Fish'; // type

export {default as Zoo} from './Zoo'; // type

export const zoo: Zoo = new Zoo(); // instance

```

В коде нет ничего необычного, поэтому комментариев не будет. Если же кому-то содержимое файла *index.lib.ts* показалось необычным, то стоит отметить, что это обычный ре-экспорт модулей *JavaScript*, который никакого отношения к *TypeScript* не имеет. Повторю, файл *index.lib.ts* является точкой входа создаваемой библиотеки, поэтому он должен экспортировать все то, что может потребоваться при работе с ней. Конкретно в этом случае, экспортировать *utils* наружу не предполагается, поэтому они не были реэкспортированы.

Также стоит обратить внимание на конфигурационные файлы *TypeScript*, которые взаимно добавляют точки входа друг друга в исключение. Кроме того, конфигурационный файл *dev*-сборки исключает также конфигурационный файл *prod*-сборки.

```

// Файл /src/tsconfig.prod.json

```

```

{
  "compilerOptions": {
    "target": "es6",
    "module": "umd",
    "rootDir": "./",
    "declaration": true
  },
  "exclude": [
    "/node_modules",
    "./index.ts"
  ]
}

```

```

// Файл /tsconfig.json

```

```

{

```

```
"compilerOptions": {
  "target": "es6",
  "module": "umd",
  "rootDir": "./src"
},
"exclude": [
  "/node_modules",
  "./src/index.lib.ts",
  "./src/tsconfig.prod.json"
]
}
```

// Файл package.json

```
{
  "name": "zoo",
  "version": "1.0.0",
  "description": "",
  "main": "index.js",
  "scripts": {
    "build": "./node_modules/.bin/tsc --project ./tsconfig.json --watch",
    "build:prod": "./node_modules/.bin/tsc --project ./src/tsconfig.prod.json"
  },
  "author": "",
  "license": "ISC",
  "devDependencies": {
    "typescript": "^2.5.2"
  }
}
```

Осталось только запустить *prod*-сборку и, если все было правильно сделано, в директории *dist* появятся скомпилированные файлы одни с расширением *.js*, другие с *.d.ts*.

// Файл IAnimal.d.ts

```
export interface IAnimal {
  name: string;
}
```

// Файл utils/string-util.d.ts

```
export declare function toString(text: string): string;
```

```
// Файл animals/Bird.d.ts
```

```
import { IAnimal } from "../IAnimal";  
export default class Bird implements IAnimal {  
    readonly name: string;  
    constructor(name: string);  
    toString(): string;  
}
```

```
// Файл animals/Fish.d.ts
```

```
import { IAnimal } from "../IAnimal";  
export default class Fish implements IAnimal {  
    readonly name: string;  
    constructor(name: string);  
    toString(): string;  
}
```

```
// Файл Zoo.d.ts
```

```
import { IAnimal } from "../IAnimal";  
export default class Zoo {  
    private animalAll;  
    readonly length: number;  
    add(animal: IAnimal): void;  
    getAnimalByIndex(index: number): IAnimal;  
}
```

```
// Файл index.d.ts
```

```
import Zoo from './Zoo';  
/** re-exports */  
export { IAnimal } from './IAnimal';  
export { default as Bird } from './animals/Bird';  
export { default as Fish } from './animals/Fish';  
export { default as Zoo } from './Zoo';
```

```
/** exports */  
export declare const zoo: Zoo;
```

Также стоит сказать, что сгенерированная декларация не может рассматриваться как единомерная. Очень часто можно увидеть декларации, собранные в одном файле и сгруппированные по логическим признакам с помощью `namespace` или так называемых `ghost module`.

```
/**ghost module */  
  
declare module Zoo {  
    interface IAnimal {  
        name: string;  
    }  
  
    class Bird implements IAnimal {  
        readonly name: string;  
        constructor(name: string);  
        toString(): string;  
    }  
    class Fish implements IAnimal {  
        readonly name: string;  
        constructor(name: string);  
        toString(): string;  
    }  
  
    class Zoo {  
        private animalAll;  
        readonly length: number;  
        add(animal: IAnimal): void;  
        getAnimalByIndex(index: number): IAnimal;  
    }  
  
    const zoo: Zoo;  
}  
  
/** module */  
  
declare module "zoo" {  
    export = Zoo;  
}
```

Судить, какой из этих вариантов лучше, я не возьмусь, так как на мой взгляд, в данный момент, они оба не являются конечными. Возможно в будущем появятся новые правила для создания деклараций или редакторы будут по другому обрабатывать эти. Ну а пока остается отталкиваться от того что есть. Кроме того, мне не известны генераторы деклараций, которые бы смогли собрать



декларацию подобным образом. Наверняка создатели подобных деклараций самостоятельно пишут сборщики, или же по старинке редактируют их руками. Множество генераторов деклараций, которые мне доводилось использовать в некоторых случаях, могут быть менее предпочтительны чем встроенный в *tsc* генератор. В случае организации кода в стиле *es2015* модулей, который на мой взгляд предпочтительней, они могут сделать доступными глобально большее число модулей, что, как было рассмотрено в главе посвященной области видимости деклараций, нежелательно.

Стоит обратить внимание, что в случае компиляции при помощи *tsc*, если в конечной директории присутствуют файлы, чьи имена совпадают с именами генерируемых при компиляции файлов, несмотря на их замену, ошибка все равно возникнет. Другими словами, если процесс сборки запускается не в первый раз, то нужно удалить файлы, оставшиеся от предыдущей компиляции.

## 51.7 Декларации для библиотек с множеством точек входа

Если разрабатывается библиотека, состоящая из множество самостоятельных частей, то было бы более разумно создать каждую часть как отдельную точку входа. Это позволило бы использующим её приложениям минимизировать вес конечной сборки, включая в сборку только используемые части за счет механизма *Tree Shaking*.

Для этого рассмотрим проект, состоящий из самодостаточного модуля *bird.ts*, который делает ре-экспорт модуля *Raven.ts*, а также самодостаточного модуля *fish.ts*, который реэкспортирует модуль *Shark.ts*. И кроме этого оба самодостаточных модуля доступны в точке входа *index.lib.ts*.

```
* /
* src/
* to-string-decorate.ts
* to-error-decarate.ts
* index.lib.ts
```

Стоит сказать, что конфигурационные файлы ничем не отличаются от рассмотренных в теме создания деклараций для библиотек с одной точкой входа, поэтому их описание будет опущено.

```
// Файл to-string-decorate.ts
```

```
export function toStringDecorate( type: string ): string {
  return `[object ${ type }]`;
}
```

```
//Файл to-error-decorate.ts
```

```
export function toErrorDecarate( message: string, id: number = 0 ): string {
  return `error:${ id === 0 ? '' : id }, ${ message }.`;
}
```

```
// Файл index.lib.ts
```

```
/** re-export */
```

```
export {toStringDecorate} from './to-string-decorate';  
export {toErrorDecorate} from './to-error-decorate';
```

После компиляции проекта в директорию *dist* сгенерируются следующие файлы

```
// Файл to-string-decorate.d.ts
```

```
export declare function toStringDecorate(type: string): string;
```

```
// Файл to-error-decorate.d.ts
```

```
export declare function toErrorDecorate(message: string, id?: number): string;
```

```
// Файл index.d.ts
```

```
/** re-export */
```

```
export {toStringDecorate} from './to-string-decorate';  
export {toErrorDecorate} from './to-error-decorate';
```

Сразу следует сказать, что с подобным описанием декларация не будет правильно функционировать, поэтому её придется подправить руками до следующего вида.

```
// Файл to-string-decorate.d.ts
```

```
export declare function toStringDecorate(type: string): string;
```

```
export as namespace stringDecorate;
```

```
// Файл to-error-decorate.d.ts
```

```
export declare function toErrorDecorate(message: string, id?: number): string;
```

```
export as namespace errorDecorate;
```

```
// Файл index.d.ts
```

```
/// <reference path="./to-string-decorate.d.ts" />
```

```
/// <reference path="./to-error-decorate.d.ts" />
```

```
declare module "zoo" {  
  export default {stringDecorate, errorDecorate};  
}
```

Обычно как отдельную часть принято экспортировать только самодостаточные модули, такие как функции или классы. Но кроме того могут потребоваться объект содержащие константы или что-то незначительное, без чего отдельный модуль не сможет функционировать. Если такие объекты используются всеми самостоятельными модулями, то их можно также вынести в отдельный самостоятельный модуль. В случае, когда самодостаточному модулю для полноценной работы требуются зависимости, которые больше никем не используются, то такой модуль нужно оформлять также как обычную точку входа. Другими словами, он должен содержать ре-экспорт всего необходимого. А кроме того экспортировать все как глобальный `namespace` с помощью синтаксиса:

```
export as namespace identifier
```

Данный синтаксис объединяет все объявленные экспорты в глобальное пространство имен с указанным идентификатором. Затем объявленные пространства имен нужно импортировать в точку входа с помощью директивы с тройным слешем `/// <reference path="" />`, после чего экспортировать из объявленного модуля.

## 51.8 Создание деклараций вручную

Описывать декларации, подобные тем что генерируются с помощью `tsc`, вручную, если и приходится, то очень-очень редко. Чаще всего ручное создание деклараций приходится на описание расширений файлов.

Компилятор `TypeScript` понимает только импорт расширения `.ts/.tsx/.d.ts`, а с активной опцией `--allowJS`, еще и `.js/.jsx`. Но работая с таким сборщиком как в `webpack` или используя `css-in-js`, придется импортировать в код файлы с таким расширением, как `.html`, `.css`, `.json` и т.д. В таких случаях приходится создавать декларации файлов вручную.

Прежде всего создают директорию? в которой будут находится декларации, в нашем случае это будет директория `types` в корне проекта. Декларации можно складывать прямо в неё, но мне более привычно создавать под каждую декларацию отдельную поддиректорию. Поэтому создадим поддиректорию с именем `css`, а уже в ней создадим файл `index.d.ts`. Откроем этот файл и напишем в нем декларацию? определяющую расширение `.css`.

```
// Файл ./types/css/index.d.ts
```

```
declare module "*.css" {  
  const content: any;  
  export default content;  
}
```

В тех случаях, когда модуль определяет тип `Any`, более уместно использовать при объявлении сокращенный вариант, который определяет тип `Any`.

```
declare module "*.css";
```

Осталось только подключить декларацию в конфигурационном файле и ошибок при импорте расширения `.CSS` не возникнет.

```
// Файл tsconfig.json
```

```
{  
  "compilerOptions": {  
    "target": "es2015",  
    "module": "none",  
    "rootDir": "./src",  
    "typeRoots": [  
      "./types"  
    ]  
  },  
  "exclude": [  
    "./node_modules"  
  ]  
}
```

## 51.9 Директива с тройным слешем (triple-slash directives)

До этого момента было рассмотрено создание библиотек, которые могут быть как одним большим модулем, так и множеством маленьких. Но в тех случаях, когда модулей должно быть больше одного и при этом их нельзя назвать очень маленькими, их приходится разбивать на два отдельных проекта. Таким образом две разных библиотеки не смогут работать друг без друга или, другими словами, будут зависеть друг от друга.

Тогда, когда разработчик создает библиотеку, зависящую от другой библиотеки, как например *react-dom* зависит от *React*, не будет лишним указать зависимость при помощи директивы

`///  
<reference types="" />`. Данная директива, в кавычках которой указывается имя библиотеки, располагается в начале файла, который представляет точкой входа.

```
/// <reference types="react" />
```

Кроме того с помощью данной директивы можно указать версию используемой библиотеки.

```
/// <reference lib="es2015" />
```

Подобный функционал может быть полезен разработчикам деклараций *.d.ts*, которые зависят от конкретной версии *ECMAScript*.

## 51.10 Импортирование декларации (import)

Помимо типов, описанных в глобальных декларациях, в аннотациях типов также можно использовать типы из деклараций, импортированных с помощью директивы `import`.

```
// file declaration-excluded-from-global-scope/animal.d.ts
```

```
export declare interface IAnimal {  
  type: string;  
}
```

```
// file src/index.ts
```

```
import * as DTS from "declaration-excluded-from-global-scope/animal";
```

```
// импорт декларации на уровне модуля
```

```
let v0: DTS.IAnimal = { type: '' }; // Ok  
let v1: DTS.IAnimal = { type: 5 }; // Error
```

```
// инлайн импорт
```

```
let v2: import('declaration-excluded-from-global-scope/animal').IAnimal = { type:  
  '' }; // Ok  
let v3: import('declaration-excluded-from-global-scope/animal').IAnimal = { type:  
  5 }; // Error
```

Этот механизм также позволяет указывать аннотацию типов непосредственно в файлах с расширением *.js*.

```
// file declaration-excluded-from-global-scope/animal.d.ts
```

```
export declare interface IAnimal {
```

```

    type: string;
}

// file lib/index.js

/**
 *
 * @param {import("../declaration-excluded-from-global-scope/animal").IAAnimal} animal
 */
export function printAnimalInfo(animal){ animal.type; // autocomplete }

// file src/index.ts

import * as AnimalUtils from "lib/index.js";

AnimalUtils.printAnimalInfo( { type: '' } ); // Ok
AnimalUtils.printAnimalInfo( { type: 5 } ); // Error

```

## 52 Публикация

### 52.1 Публикация

Для того чтобы подключать создаваемые декларации *.d.ts* с помощью пакетного менеджера *npm*, их нужно определить как *npm-пакет* (*npm package*). В дальнейшем этот пакет можно опубликовать с помощью того же пакетного менеджера *npm* в *npm-репозитории*, который может быть как публичным, доступным всем разработчикам, так и приватным, доступным только автору/команде. Кроме того можно и вовсе обойтись без публикации в репозиторий, подключая пакет с локального диска. Сама публикация здесь рассматриваться не будет, с этим процессом можно ознакомиться в документации к пакетному менеджеру *npm*, но не будет лишним упомянуть о тонкостях, которые привнес *TypeScript*.

Говоря о создании *npm-пакета*, мы подразумеваем создание описания нашего кода в файле с названием *package.json*. Для того, чтобы компилятор *TypeScript* смог использовать декларацию *.d.ts*, ему нужно помочь, присвоив полю `types` путь до неё.

```

// package.json

{
  "types": "path to file declaration .d.ts"
}

```

Помимо этого с помощью поля `typesVersion` можно указать декларацию в зависимости от версии *TypeScript*.

```
// package.json
```

```
{
  "typesVersions": {
    ">=3.1": { "*": ["ts3.1/index.d.ts"] }
  }
}
```

В случае, если версия среды *TypeScript* не подпадает под указанный диапазон, то разрешение кода будет выполнено с помощью декларации указанной в поле `types`.

```
// package.json
```

```
{
  "typesVersions": {
    ">=3.1": { "*": ["ts3.1/index.d.ts"] } // если версия TypeScript выше либо равна
3.1
  }
}
```

```
// если версия TypeScript ниже версии 3.1, то будет выбрана декларация указана в
поле types
```

```
  "types": "./dest/index.d.ts", // если версия TypeScript ниже версии 3.1
}
```

Правила, разрешающие использование версий библиотек *TypeScript*, полностью идентичны правилам диапазонов версионирования *nodejs* **ranges**.

Кроме того, можно указывать несколько диапазонов одновременно. Но нужно помнить, что порядок указания диапазонов важен, так как они могут перекрывать друг друга.

```
{
  "typesVersions": {
    ">=3.2": { "*": ["ts3.2/index.d.ts"] },
    ">=3.1": { "*": ["ts3.1/index.d.ts"] }
  }
}
```

## 53 Опции компилятора

### 53.1 strict

`--strict` - активирует все флаги, сопутствующие строгости проверки типов. На данный момент флаг `strict` активирует следующие опции компилятора: `--strictNullChecks`, `--noImplicitAny`, `--noImplicitThis`, `--alwaysStrict`, `--strictFunctionTypes`, `--strictPropertyInitialization` и `--strictBindCallApply`. Несмотря на то, что флаг `strict` активирует сразу все указанные флаги, при желании конкретные флаги можно отключить.

```
{
  "compilerOptions": {
    "strict": false,
    "strictNullChecks": false
  }
}
```

type: `boolean` default: `false` values: `true`, `false`

### 53.2 suppressExcessPropertyErrors

`--suppressExcessPropertyErrors` - если данная опция активна, то компилятор перестает проверять литералы объекта на излишние члены.

```
{
  "compilerOptions": {
    "suppressExcessPropertyErrors": false
  }
}
```

type: `boolean` default: `false` values: `true`, `false`

*Пример*

```
interface T1 {
  f1: number;
}
```

```
let v1: T1 = {f1: 0, f2: ''}; // suppressExcessPropertyErrors === false ? Error : Ok
```



## 53.3 suppressImplicitAnyIndexErrors

`--suppressImplicitAnyIndexErrors` - при активной опции `--noImplicitAny` подавляет ошибки, связанные с добавлением динамических свойств в объекты, у которых отсутствует индексное определение.

```
{
  "compilerOptions": {
    "suppressImplicitAnyIndexErrors": false
  }
}
```

**type:** `boolean` **default:** `false` **values:** `true`, `false`

*Пример для неактивной опции*

```
// tsconfig.json

{
  "compilerOptions": {
    "noImplicitAny": true,
    "suppressImplicitAnyIndexErrors": false
  }
}
```

```
// index.ts

interface Member {
}

interface IndexMember {
  [key: string]: any;
}

let memberObject: Member = {};
memberObject['name'] = 'object'; // Error

let indexMemeberObject: IndexMember = {};
indexMemeberObject['name'] = 'object'; // Ok
```

*Пример для активной опции*

```
// tsconfig.json
```

```
{
  "compilerOptions": {
    "noImplicitAny": true,
    "suppressImplicitAnyIndexErrors": false
  }
}
```

```
// index.ts
```

```
interface Member {

}

interface IndexMember {
  [key: string]: any;
}
```

```
let memberObject: Member = {};
memberObject['name'] = 'object'; // Ok
```

```
let indexMemeberObject: IndexMember = {};
indexMemeberObject['name'] = 'object'; // Ok
```

## 53.4 noImplicitAny

`--noImplicitAny` - при активной опции выводит ошибку, если вывод типов установил принадлежность типа члена к типу `any`.

```
{
  "compilerOptions": {
    "noImplicitAny": false
  }
}
```

**type:** `boolean` **default:** `false` **values:** `true`, `false`

*Пример с неактивной опцией*

```
let v1; // Ok

function f1(p1) { // Ok
  let v1; // Ok

  return p1;
}
```

```
type T2 = {f1}; // Ok
```

```
interface IT1 {  
    f1; // Ok  
}
```

```
class T1 {  
    public f1; // Ok  
}
```

*Пример с активной опцией*

```
let v1; // Ok
```

```
function f1(p1) { // Parameter 'p1' implicitly has an 'any' type.  
    let v1; // Ok  
  
    return p1;  
}
```

```
type T2 = {f1}; // Member 'f1' implicitly has an 'any' type
```

```
interface IT1 {  
    f1; // Member 'f1' implicitly has an 'any' type  
}
```

```
class T1 {  
    public f1; // Member 'f1' implicitly has an 'any' type  
}
```

## 53.5 checkJs

`--checkJs` - данная опция говорит компилятору, что код, который находится в файлах с расширением `.js`, также нужно проверять на ошибки. При этом можно исключить определенные файлы из проверки, добавив им строку `// @ts-nocheck`. Или наоборот, можно попросить компилятор проверять только помеченные как `// @ts-check` файлы без активации опции `--checkJs`. К тому же можно игнорировать ошибки на конкретных строках, указав `// @ts-ignore: error message` предыдущей строке.

```
{  
    "compilerOptions": {  
        "checkJs": false  
    }  
}
```

**type:** `boolean` **default:** `false` **values:** `true`, `false`

Кроме того, при активной опции `--checkJS` компилятору с помощью аннотации `/** @type {...} */` можно указывать типы прямо в файлах с расширением `.js`.

При использовании *JavaScript* в *TypeScript* коде нарушается типобезопасность программы.

```
// file sum.js
```

```
export function sum(a ,b){  
  return a + b;  
}
```

```
// file index.ts
```

```
import {sum} from "./sum.js";
```

```
let n = sum('5', 5); // len n: any, кроме того результаты выполнения функции будет неверным
```

Но это можно исправить с помощью специальной аннотации, которая располагается в *JavaScript* коде.

```
// file sum.js
```

```
/** @type {(a:number,b:number) => number} */  
export function sum( a ,b){  
  return a + b;  
}
```

```
// file index.ts
```

```
import {sum} from "./sum.js";
```

```
let n0 = sum('5', 5); // Error  
let n1 = sum(5, 5); // Ok, let n1: number
```

## 53.6 JSX

`--jsx` - данная опция указывает компилятору, какое расширение указывать `.tsx` файлам после компиляции. Все дело в том, что у реакта существует два вида приложений, одни создаются для веб-платформы, другие для мобильных платформ. Кроме того, файлы для веб-платформы на входе должны иметь расширение `.jsx`, в то время как для мобильной платформы — `.js`. Поэтому компилятору нужно указывать, в какой именно формат преобразовывать файлы с расширением `.tsx`.

При указании `"react"` в качестве значения опции `--jsx` компилятор преобразует `.tsx` в `.jsx` файлы, которые затем компилируются в `.js`. Если в качестве значения будет указано `"preserve"`, то компилятор преобразует `.tsx` в `.jsx`, которые сохраняют *XML*-подобный синтаксис. Если указать значение `"react-native"`, то компилятор преобразует файлы `.tsx` в требующийся `.js`.

```
{
  "compilerOptions": {
    "jsx": "react" | "react-native" | "preserve"
  }
}
```

**type:** `string` **default:** `preserve` **values:** `react`, `react-native`, `preserve`

## 53.7 jsxFactory

`--jsxFactory` - данная опция позволяет при трансляции файлов `.tsx` в `.js` переопределить фабрику рендера.

```
// default
```

```
// from file .tsx
```

```
import * as React from "react";
```

```
<h1>Ok</h1>
```

```
// to file .js
```

```
"use strict";
exports.__esModule = true;
var React = require("react");
React.createElement("h1", null, "Ok");
```

Установив желаемое значение текущей опции появляется возможность переопределить функцию рендера *React* на любую другую.

```
// set options jsxFactory to dom
```

```
// from file .tsx
```

```
import dom from "dom";
```

```
<h1>Ok</h1>
```

```
// set options jsxFactory to dom
```

```
// to file .js
```

```
"use strict";  
/** @jsx renderer */  
exports.__esModule = true;  
var dom = require("dom");  
dom["default"]("h1", null, "Ok");
```

Кроме того, подобного поведения можно добиться при помощи нотации `/** @jsx identifier */`, которая указывается в начале файла, а вместо *identifier* вписывается имя функции рендера.

```
// from file .tsx
```

```
/** @jsx renderer */
```

```
import renderer from "renderer";
```

```
<h1>Ok</h1>
```

```
// to file .js
```

```
"use strict";  
/** @jsx renderer */  
exports.__esModule = true;  
var renderer = require("renderer");  
renderer["default"]("h1", null, "Ok");
```

Кроме того, аннотация `/** jsx identifier */` позволяет переопределить функцию рендера, переопределенную с помощью опции `--jsxFactory`.

```
{  
  "compilerOptions": {  
    "jsxFactory": "React.createElement"  
  }  
}
```

**type:** `string` **default:** `React.createElement` **values:** `"*"`

## 53.8 target (t)

`--target`, или `-t` - указывает компилятору, с какой версией спецификации должен быть совместим генерируемый *JavaScript* код. По умолчанию установлена совместимость с `ES3`. Кроме

того можно указывать совместимость с `ES5`, `ES2015` (она же `ES6`), `ES2016`, `ES2017`, `ESNext`. Стоит добавить, что `ESNext` равноценно *latest version*.

```
{
  "compilerOptions": {
    "target": "es3"
  }
}
```

**type:** `string` **default:** `es3` **values:** `es3`, `es5`, `es6` / `es2015`, `es2016`, `es2017`, `esnext`

## 53.9 extends

`extends` - с помощью этого свойства можно расширять конфигурацию `tsconfig.json`.

```
// tsconfig.base.json
```

```
{
  "compilerOptions": {
    "target": "es2015"
  }
}
```

```
// tsconfig.json
```

```
{
  "extends": "./tsconfig.base.json"
}
```

**type:** `string` **default:** `""` **values:** `*`

Кроме того, при использовании механизма расширения (`extends`) поиск файла конфигурации `tsconfig.json` может осуществляться по пакетам (`packages`) `NodeJS` модулей, находящихся в директории `node_modules`.

```
// tsconfig.json
```

```
{
  "extends": "some-npm-module"
}
```

```
// or
```

```
{  
  "extends": "some-npm-module/some-tsconfig.json"  
}
```

Алгоритм разрешения аналогичен алгоритму поиска модулей самого `NodeJS`. Проще говоря, если путь, указанный в качестве значения атрибута `extends` не будет найден в директории `node_modules`, находящейся в текущей директории, то поиск продолжится в директории `node_modules` вверх по дереву. Но есть одна особенность, которая заключается в том, что при разрешении пути компилятор `tsc`, зайдя в директорию `node_modules`, сначала проверяет `package.json` на наличие атрибута `tsconfig`, которому в качестве значения указывают путь до конфигурационного файла `TypeScript`. Если атрибут `tsconfig` найден, то конфигурация, на которую он ссылается, будет установлена в качестве расширяемой. Если `package.json` не содержит атрибут `tsconfig`, то в качестве расширяемого конфигурационного файла будет выбран файл `tsconfig.json`, находящийся в корне директории. Если в корне директории файла `tsconfig.json` найдено не будет, то поиск продолжится вверх по дереву.

```
/project  
  /node_modules  
    /some-module  
      package.json // with attr "tsconfig": "tsconfig.custom.json"  
      tsconfig.custom.json  
      tsconfig.json  
tsconfig.json // "extends": "some-module"
```

// в этом случае в качестве расширяемого конфигурационного файла будет выбран файл находящийся по пути `/node_modules/some-module/tsconfig.custom.json`

```
/project  
  /node_modules  
    /some-module  
      package.json // without attr "tsconfig"  
      tsconfig.custom.json  
      tsconfig.json  
tsconfig.json // "extends": "some-module"
```

// в этом случае в качестве расширяемого конфигурационного файла будет выбран файл находящийся по пути `/node_modules/some-module/tsconfig.json`

```
/project  
  /node_modules  
    /some-module  
      package.json // without attr "tsconfig"  
      tsconfig.custom.json  
      tsconfig.json
```



```
tsconfig.json // "extends": "some-module/tsconfig.custom.json"
```

// в этом случае в качестве расширяемого конфигурационного файла будет выбран файл находящийся по пути `/node_modules/some-module/tsconfig.custom.json`

## 53.10 alwaysStrict

`--alwaysStrict` - данная опция говорит компилятору, что рассматривать и генерировать код нужно с учетом строгого режима `"use strict"`.

```
{
  "compilerOptions": {
    "alwaysStrict": false
  }
}
```

type: `boolean` default: `false` values: `true`, `false`

## 53.11 strictNullChecks

`--strictNullChecks` - активировав эту опцию, компилятор не позволяет указывать в качестве значения типы `Null` и `Undefined`, если они не были указаны в аннотации.

```
{
  "compilerOptions": {
    "strictNullChecks": false
  }
}
```

type: `boolean` default: `false` values: `true`, `false`

## 53.12 stripInternal

`--stripInternal` - когда данная опция активна, компилятор не создает деклараций `.d.ts` для файлов, помеченных как `/** @internal */`

```
{
  "compilerOptions": {
    "stripInternal": false
  }
}
```

type: `boolean` default: `false` values: `true`, `false`

## 53.13 noImplicitThis

`--noImplicitThis` - в активном состоянии запрещает использование `this` в местах, не предусмотренных контекстом.

```
{
  "compilerOptions": {
    "noImplicitThis": false
  }
}
```

**type:** `boolean` **default:** `false` **values:** `true`, `false`

*Пример с неактивной опцией*

```
function f1(){
  this.name = 'newname'; // Ok -> context T1 window
}
function f2(this: T1){
  this.name = 'newname'; // Ok -> context T1
}

this.name = 'newname'; // Error -> context window

class T1 {
  public name: string;

  public m1(name: string): void {
    this.name = name; // Ok -> context T1
  }
}
```

*Пример с активной опцией*

```
function f1(){
  this.name = 'newname'; // Error -> context T1 window
}
function f2(this: T1){
  this.name = 'newname'; // Ok -> context T1
}

this.name = 'newname'; // Error -> context window

class T1 {
  public name: string;
```

```
public m1(name: string): void {
    this.name = name; // Ok -> context T1
}
}
```

## 53.14 noImplicitUseStrict

`--noImplicitUseStrict` - при активной опции будут выводиться ошибки в случаях, когда в поток компиляции попадут файлы, содержащие `'use strict'`. Кроме того, скомпилированные файлы также не будут содержать указание `'use strict'`.

```
{
  "compilerOptions": {
    "noImplicitUseStrict": false
  }
}
```

type: `boolean` default: `false` values: `true`, `false`

## 53.15 baseUrl

`--baseUrl` - указывает базовый путь, относительно которого будет производиться поиск модулей.

```
{
  "compilerOptions": {
    "baseUrl": ""
  }
}
```

type: `string` default: `""` values: `base path`

```
// m1 module ./node_modules/m1

// tsconfig.json  "baseUrl": "./node_modules"

// index.ts

import M1 from 'm1';
```

## 53.16 paths

`--paths` - с помощью этой опции создаются псевдонимы для используемых в программе модулей.

```
{
  "compilerOptions": {
    "paths": {
      "name": [ "path/to/lib" ]
    }
  }
}
```

**type:** `object` **default:** `null` **values:** `{[key]: *}`

*Пример*

```
// tsconfig.json
{
  "compilerOptions": {
    "paths": {
      "jquery": ["node_modules/jquery/dest/jquery.min.js"]
    }
  }
}
```

*// or*

```
// tsconfig.json
{
  "compilerOptions": {
    "baseUrl": "./node_modules",
    "paths": {
      "jquery": ["jquery/dest/jquery.min.js"]
    }
  }
}
```

```
import jquery from 'jquery';
```

*// or*

```
// tsconfig.json
{
  "compilerOptions": {
    "baseUrl": "./node_modules",
    "paths": {
      "jq": ["jquery/dest/jquery.min.js"]
    }
  }
}
```

```
import jquery from 'jq';
```

## 53.17 rootDir

`--rootDir` - с помощью этой опции можно ограничить область выборки файлов для компиляции. В качестве значения выступает строка — путь до конкретной директории или файла.

```
{
  "compilerOptions": {
    "rootDir": ""
  }
}
```

**type:** `string` **default:** `""` **values:** `path to dir with .ts files`

## 53.18 rootDirs

`--rootDirs` - с помощью этой опции можно ограничить область выборки файлов для компиляции. В качестве значения принимается массив с путями до директорий и файлов.

```
{
  "compilerOptions": {
    "rootDirs": [

    ]
  }
}
```

**type:** `array[ ]` **default:** `null` **values:** `path to dir with .ts files`

## 53.19 traceResolution

`--traceResolution` - в случае активной опции, при компиляции будет выводиться информация о собираемых модулях.

```
{
  "compilerOptions": {
    "traceResolution": false
  }
}
```

**type:** `boolean` **default:** `false` **values:** `true`, `false`

## 53.20 lib

`--lib` - с помощью этой опции можно управлять конструкциями, которые включены в ту или иную версию *ES*.

```
{
  "compilerOptions": {
    "lib": [

    ]
  }
}
```

**type:** `string[ ]` **default:** for es5 `[dom, es5, ScriptHost]`, for es6

`[dom, es6, dom.Iterable, ScriptHost]` **values:** `dom`, `webworker`, `es5`, `es6` / `es2015`, `es2015.core`, `es2015.collection`, `es2015.iterable`, `es2015.promise`, `es2015.proxy`, `es2015.reflect`, `es2015.generator`, `es2015`

## 53.21 noLib

`--noLib` - не использует декларацию *lib.d.ts* по умолчанию.

```
{
  "compilerOptions": {
    "noLib": false
  }
}
```

**type:** `boolean` **default:** `false` **values:** `true`, `false`

## 53.22 noResolve

`--noResolve` - данная опция говорит компилятору не компилировать файлы, которые не были указаны в командной строке.

```
// terminal
```

```
tsc index.ts T1 --noResolve
```

```
// index.ts
```

```
import T1 from './T1'; // Ok
import T2 from './T2'; // Error
```

## 53.23 noStrictGenericChecks

`--noStrictGenericChecks` - отключает строгую проверку параметров типа для функциональных типов.

```
{
  "compilerOptions": {
    "noStrictGenericChecks": false
  }
}
```

**type:** `boolean` **default:** `false` **values:** `true`, `false`

## 53.24 preserveConstEnums

`--preserveConstEnums` - говорит компилятору не удалять из исходного кода перечисления (`enum`), объявленные как `const`.

```
{
  "compilerOptions": {
    "preserveConstEnums": false
  }
}
```

**type:** `boolean` **default:** `false` **values:** `true`, `false`

*Пример с неактивной опцией*

```
// .ts

const enum Animal {
  Bird = 'bird',
  Fish = 'fish'
}

let greeting: string = `Hello ${ Animal.Bird }!`;
```

```
// .js

let greeting = `Hello ${"bird" /* Bird */}!`;
```

*Пример с активной опцией*

```
// .ts
```

```
const enum Animal {  
    Bird = 'bird',  
    Fish = 'fish'  
}  
  
let greeting: string = `Hello ${ Animal.Bird }!`;
```

```
// .js
```

```
var Animal;  
(function (Animal) {  
    Animal["Bird"] = "bird";  
    Animal["Fish"] = "fish";  
})(Animal || (Animal = {}));  
let greeting = `Hello ${"bird" /* Bird */}!`;
```

## 53.25 removeComments

`--removeComments` - удаляет комментарии из сгенерированного `.js`.

```
{  
    "compilerOptions": {  
        "removeComments": false  
    }  
}
```

**type:** `boolean` **default:** `false` **values:** `true`, `false`

## 53.26 noUnusedLocals

`--noUnusedLocals` - активная опция заставляет компилятор выводить сообщения о неиспользуемых элементах кода. Простыми словами, если в коде что-то объявлено, но не используется, будет возникать ошибка.

```
{  
    "compilerOptions": {  
        "noUnusedLocals": false  
    }  
}
```

**type:** `boolean` **default:** `false` **values:** `true`, `false`

*Пример*



```

import T1 from "./T1"; // Error

let v0: number; // Warning
let v1: number = 0; // Warning

function f /** Warning */ ( ){
    let lv0: number; // Warning
    let lv1: string = 0; // Error

    f();
}

class C /**Error */ {
    private f0: number; // Warning
    private f1: number; // Warning
    private f2: number = 0; // Warning

    constructor( ) {
        this.f0 = 0;

        let c: C = new C(); // Warning
    }

    private m0 /** Warning */ (){} // Warning
    private m1 /** Warning */ (){} // Warning
        this.m1();
    }
}

```

## 53.27 noUnusedParameters

`--noUnusedParameters` - данная опция заставляет компилятор выводить ошибки, если в коде будут найдены функции, чьи параметры не используются (за исключением параметров, чьи идентификаторы начинаются с нижней черты, например, `_prop`).

```

{
    "compilerOptions": {
        "noUnusedParameters": false
    }
}

```

**type:** `boolean` **default:** `false` **values:** `true`, `false`

*Пример*

```
function f ( p0: number /** Warning */,
            p1: number /** Warning */,
            p2: number = 0 /** Warning */ ){
    p1 = 0;
}

class C {
    constructor( p0: number /** Warning */,
                p1: number /** Warning */,
                p2: number = 0 /** Warning */ ) {}

    private m ( p0: number /** Warning */,
                p1: number /** Warning */,
                p2: number = 0 /** Warning */ ){
        p1 = 0;
    }
}
```

## 53.28 skipLibCheck

`--skipLibCheck` - при активной опции, компилятор перестает проверять типы в файлах библиотек с расширением `.d.ts`, что экономит время, но может привести к редким ошибкам, связанным с типами.

```
{
  "compilerOptions": {
    "skipLibCheck": false
  }
}
```

type: `boolean` default: `false` values: `true`, `false`

## 53.29 declarationDir

`--declarationDir` - указывает директорию, откуда будут подключаться или в которую будут создаваться файлы декларации `.d.ts`.

```
{
  "compilerOptions": {
    "declarationDir": ""
  }
}
```

type: `string` default: `""` values: `path to dir with .d.ts`

## 53.30 types

`--types` - декларации, которые размещены в `/node_modules/@types/` и чьи идентификаторы перечислены в массиве, будут доступны глобально. В случае указания пустого массива, глобальный доступ к декларациям будет запрещен. К декларациям, которые запрещены глобально, можно получить доступ только путем импортирования модуля описываемого декларацией.

```
{
  "compilerOptions": {
    "types": [ "node", "express", "rxjs" ]
  }
}
```

**type:** `string[ ]` **default:** null **values:** `lib identifier`

Важно - все примеры ниже производились после установки декларации.

```
npm i -D @types/react
```

*Пример с отключенной опцией*

```
// tsconfig.json
```

```
{
  "compilerOptions": {

  }
}
```

```
// index.ts
```

```
class T1 extends React.Component {} // Ok -> global
```

```
import {Component} from 'react';
```

```
class T2 extends Component {} // Ok -> import
```

*Пример с пустым массивом*

```
// tsconfig.json
```

```
{
  "compilerOptions": {
    "types": [

    ]
  }
}
```

```

    }
}

// index.ts

class T1 extends React.Component {} // Error -> global

import {Component} from 'react';

class T2 extends Component {} // Ok -> import

```

*Пример с установленным значением*

```

// tsconfig.json

{
  "compilerOptions": {
    "types": [ "react" ]
  }
}

// index.ts

class T1 extends React.Component {} // Ok -> global

import {Component} from 'react';

class T2 extends Component {} // Ok -> import

```

## 53.31 typeRoots

`--typeRoots` - ожидает массив путей до директорий с декларациями.

```

{
  "compilerOptions": {
    "typeRoots": [ "./types" ]
  }
}

```

**type:** `string[ ]` **default:** `null` **values:** `path to .d.ts`

## 53.32 allowUnusedLabels

`--allowUnusedLabels` - в случае, если флаг `--allowUnusedLabels` не активен, при выявлении неиспользуемых `label` возникают ошибки.

```
{
  "compilerOptions": {
    "allowUnusedLabels": false
  }
}
```

**type:** `boolean` **default:** `false` **values:** `true`, `false`

## 53.33 noImplicitReturns

`--noImplicitReturns` - функции, имеющие возвращаемый тип, отличный от типа `void`, фактически могут не возвращать значение явно. Другими словами, чтобы удовлетворять условиям данной опции, в теле функции должен присутствовать лишь оператор `return`. Но при активной текущей опции, функции будут обязаны возвращать значение явно.

```
{
  "compilerOptions": {
    "noImplicitReturns": false
  }
}
```

**type:** `boolean` **default:** `false` **values:** `true`, `false`

*Пример*

```
// noImplicitReturns === false
```

```
function f(value: number): number{
  if (value) {
    return; // Ok
  }
}
```

```
// Ok
}
```

```
// noImplicitReturns === true
```

```
function f(value: number): number{
  if (value) {
    return; // Error
  }
}
```

```

}
}

// noImplicitReturns === true

function f(value: number): number{
  if (value) {
    return value; // Ok
  }

  // Error
}

```

```

// noImplicitReturns === true

function f(value: number): number{
  if (value) {
    return value; // Ok
  }

  return; // Error
}

```

```

// noImplicitReturns === true

function f(value: number): number{
  if (value) {
    return value; // Ok
  }

  return 0; // Ok
}

```

## 53.34 noFallthroughCasesInSwitch

`--noFallthroughCasesInSwitch` - при активной опции в случае, если блок кода `case` имеет код, при этом не имеет выхода из него (`break` или `return`), возникнет ошибка.

```

{
  "compilerOptions": {
    "noFallthroughCasesInSwitch": false
  }
}

```

**type:** `boolean` **default:** `false` **values:** `true`, `false`

Пример

```
function isAdmin( value: string ){
  switch (value) {
    case 'user': // If noFallthroughCasesInSwitch === false then Ok
      if( nodeenv.mode === 'dev' ){
        console.log( `...` );
      }
    case 'moderator':
      return false;
    case 'admin':
      return true;
  }
}

function isAdmin( value: string ){
  switch (value) {
    case 'user': // If noFallthroughCasesInSwitch === true then Error
      if( nodeenv.mode === 'dev' ){
        console.log( `...` );
      }
    case 'moderator':
      return false;
    case 'admin':
      return true;
  }
}
```

## 53.35 outFile

`--outFile` - компилятор, при условии, что в качестве модулей указано `amd` или `system`, будет сохранять все скомпилированные модули в один файл, указанный в качестве значения опции.

```
{
  "compilerOptions": {
    "outFile": ""
  }
}
```

**type:** `string` **default:** `""` **values:** `path to bundle`

до компиляции

```
// T1.ts
```

```
export default class T1 {}
```

```
// T2.ts
```

```
import T1 from './T1';
```

```
export default class T2 extends T1 {}
```

```
// index.ts
```

```
import T2 from './T2';
```

```
const v1: T2 = new T2();
```

после компиляции

```
define("T1", ["require", "exports"], function (require, exports) {
  "use strict";
  Object.defineProperty(exports, "__esModule", { value: true });
  class T1 {
  }
  exports.default = T1;
});
define("T2", ["require", "exports", "T1"], function (require, exports, T1_1) {
  "use strict";
  Object.defineProperty(exports, "__esModule", { value: true });
  class T2 extends T1_1.default {
  }
  exports.default = T2;
});
define("index", ["require", "exports", "T2"], function (require, exports, T2_1) {
  "use strict";
  Object.defineProperty(exports, "__esModule", { value: true });
  const v1 = new T2_1.default();
});
```

## 53.36 allowSyntheticDefaultImports

`--allowSyntheticDefaultImports` - позволяет предотвращать ошибки, которые возникают во время сборки по причине несовместимости *SystemJS* и *CommonJS*. Дело в том, что в *ES6* синтаксисе есть возможность экспорта по умолчанию (`export default`), после компиляции которого *CommonJS* испытывает трудности, так как не знает, что такое `default`. Чаще всего проблема возникает в тех случаях, когда разработка ведется с применением одних модулей, а подключаемые библиотеки используют другие.



```
{
  "compilerOptions": {
    "allowSyntheticDefaultImports": false
  }
}
```

type: `boolean` default: `false` values: `true`, `false`

### 53.37 allowUnreachableCode

`--allowUnreachableCode` - если значение данной опции выставлено в `true`, то при обнаружении кода, который никогда не будет вызван, будет выводиться сообщение об ошибке.

```
{
  "compilerOptions": {
    "allowUnreachableCode": false
  }
}
```

type: `boolean` default: `false` values: `true`, `false`

Пример

```
function f1(value: number): void {
  throw new Error('');

  console.log(''); // Error - Unreachable code detected
}

function f2() {
  return
  {
    value: '' // Error - Unreachable code detected
  }
}
```

### 53.38 allowJs

`--allowJs` - в случае, когда код, одна часть которого написана на *TypeScript*, а другая на *JavaScript*, требуется собрать в общий файл, достаточно активировать текущую опцию.

```
{
  "compilerOptions": {
    "allowJs": false
  }
}
```

```
}  
}
```

**type:** `boolean` **default:** `false` **values:** `true`, `false`

*Пример*

```
// sun.js
```

```
export default function sum(a, b){  
  return a + b;  
}
```

```
// index.ts
```

```
import sum from './sum';
```

```
let result: number = sum(1, 1);
```

## 53.39 reactNamespace

`--reactNamespace` - позволяет установить фабрику рендера `.jsx` синтаксиса.

```
{  
  "compilerOptions": {  
    "reactNamespace": ""  
  }  
}
```

**type:** `string` **default:** `""` **values:** `"*"`

*Пример*

```
// index.tsx
```

```
import {jsxFactory} from "jsxFactory";
```

```
const div = <div>Hello JSX!</div>;
```

```
// after compile
```

```
"use strict";  
var jsxFactory_1 = require("jsxFactory");  
var div = jsxFactory_1.jsxFactory.createElement("div", null, "Hello JSX!");
```

## 53.40 pretty

`--pretty` - раскрашивает в разные цвета выводимые в консоль сообщения, делая их более понятными.

```
{
  "compilerOptions": {
    "pretty": true
  }
}
```

**type:** `boolean` **default:** `true` **values:** `true`, `false`

## 53.41 moduleResolution

`--moduleResolution` - позволяет конкретизировать поведение модулей.

```
{
  "compilerOptions": {
    "moduleResolution": "node"
  }
}
```

**type:** `string` **default:** `module === AMD | System | ES6 ? classic : node` **values:** `classic`, `node`

## 53.42 exclude

`exclude` - в обычной ситуации под компиляцию рекурсивно попадают все файлы, которые включает в себя директория, содержащая *tsconfig.json*. Решением этой проблемы является свойство `exclude`, определенное в корне конфигурационного файла. В качестве его значения выступает массив с путями к файлам или директориям, которые следует исключить из компиляции.

```
{
  "exclude": [

  ]
}
```

**type:** `string[ ]` **default:** `null` **values:** `path to file or dir`

## 53.43 noEmitHelpers

`--noEmitHelpers` - после компиляции файлов с расширением *.ts* каждый скомпилированный файл *.js* (модуль) содержит, если в этом есть необходимость, вспомогательный код (проще говоря, helpers), который помогает решить проблему совместимости версий *ES*. В большей степени этот код, находящийся в разных файлах (модулях), идентичный. Простыми словами, helpers

повторяются от файла к файлу. Компилятор вынужден добавлять повторяющийся код, чтобы гарантировать работу каждого модуля по отдельности. Но если модули собираются в одну общую сборку, активация текущего флага укажет компилятору, что `helpers` нужно вынести в отдельный модуль, который будет доступен в тех частях кода, которые от него зависят. Это поможет избавиться от дублирования кода и сократит размер собранного файла.

```
{
  "compilerOptions": {
    "noEmitHelpers": false
  }
}
```

**type:** `boolean` **default:** `false` **values:** `true`, `false`

### 53.44 newLine

`--newLine` - по умолчанию, новая строка обозначается `\r\n` на *Windows* и `\n` на *\*nix* системах. Для переопределения поведения используется данная опция.

```
{
  "compilerOptions": {
    "newLine": "LF"
  }
}
```

**type:** `string` **default:** `platform specific` **values:** `CRLF`, `LF`

### 53.45 inlineSourceMap

`--inlineSourceMap` - активная опция приводит к тому, что *source maps* записываются *inline* в *.js* файлы, а не выносятся в отдельные файлы *.map.js*.

```
{
  "compilerOptions": {
    "inlineSourceMap": false
  }
}
```

**type:** `boolean` **default:** `false` **values:** `true`, `false`

### 53.46 inlineSources

`--inlineSources` - при активной опции, источник *source map* включается в файл вместе с *source map*. Работает в паре с опцией `--inlineSourceMap`.

```
{
  "compilerOptions": {
    "inlineSources": false
  }
}
```

type: `boolean` default: `false` values: `true`, `false`

### 53.47 noEmitOnError

`--noEmitOnError` - несмотря на ошибки в *TypeScript* коде, компилятор все равно генерирует *.js* файлы. Для того чтобы компилятор генерировал файлы *.js* только в случае успешной компиляции, нужно активировать данную опцию.

```
{
  "compilerOptions": {
    "noEmitOnError": false
  }
}
```

type: `boolean` default: `false` values: `true`, `false`

### 53.48 noEmit

`--noEmit` - при активной опции перестаёт выводиться информация о компиляции.

```
{
  "compilerOptions": {
    "noEmit": false
  }
}
```

type: `boolean` default: `false` values: `true`, `false`

### 53.49 charset

`--charset` - устанавливает формат входных файлов.

```
{
  "compilerOptions": {
    "charset": ""
  }
}
```

type: `string` default: `utf8` values: `*`

## 53.50 diagnostics

`--diagnostics` - выводит диагностическую информацию.

```
{
  "compilerOptions": {
    "diagnostics": false
  }
}
```

type: `boolean` default: `false` values: `true`, `false`

## 53.51 declaration

`--declaration` - генерирует файлы декларации `.d.ts` из `.ts` файлов.

```
{
  "compilerOptions": {
    "declaration": false
  }
}
```

type: `boolean` default: `false` values: `true`, `false`

## 53.52 downlevelIteration

`--downlevelIteration` - при активной опции становится возможно использовать итераторы при компиляции в версии ниже `ES6`. Помимо самих итераторов, становятся доступны и нововведения (`for...of`, `Array Destructuring`, `Spread` и т.д.), которые построены с их использованием.

```
{
  "compilerOptions": {
    "downlevelIteration": false
  }
}
```

type: `boolean` default: `false` values: `true`, `false`

## 53.53 emitBOM

`--emitBOM` - Извлекает *маркер последовательности байтов UTF-8* (BOM) в начале выходных файлов.

```
{
  "compilerOptions": {
    "emitBOM": false
  }
}
```

```
}  
}
```

type: `boolean` default: `false` values: `true`, `false`

### 53.54 emitDecoratorMetadata

`--emitDecoratorMetadata` - ...

```
{  
  "compilerOptions": {  
    "emitDecoratorMetadata": false  
  }  
}
```

type: `boolean` default: `false` values: `true`, `false`

### 53.55 forceConsistentCasingInFileNames

`--forceConsistentCasingInFileNames` - запрещает несогласованные ссылки на один и тот же файл.

```
{  
  "compilerOptions": {  
    "forceConsistentCasingInFileNames": false  
  }  
}
```

type: `boolean` default: `false` values: `true`, `false`

### 53.56 help (h)

`--help` или `-h` - выводит список доступных опций.

```
tsc --help  
tsc -h
```

### 53.57 importHelpers

`--importHelpers` - импортирует таких помощников (helpers), как `__extends`, `__rest` и т.д.

```
{  
  "compilerOptions": {  
    "importHelpers": false  
  }  
}
```

```
}  
}
```

type: `boolean` default: `false` values: `true`, `false`

### 53.58 isolatedModules

`--isolatedModules` - транслирует каждый файл, как отдельный модуль.

```
{  
  "compilerOptions": {  
    "isolatedModules": false  
  }  
}
```

type: `boolean` default: `false` values: `true`, `false`

### 53.59 listEmittedFiles

`--listEmittedFiles` - выводит список сгенерированных файлов.

```
{  
  "compilerOptions": {  
    "listEmittedFiles": false  
  }  
}
```

type: `boolean` default: `false` values: `true`, `false`

### 53.60 listFiles

`--listFiles` - выводит список участвующих в компиляции файлов.

```
{  
  "compilerOptions": {  
    "listFiles": false  
  }  
}
```

type: `boolean` default: `false` values: `true`, `false`

### 53.61 sourceRoot

`--sourceRoot` - в качестве значения принимает базовый путь до директории, в которой лежат исходники `.ts`, необходимые для ассоциации с *source map*.



```
{
  "compilerOptions": {
    "sourceRoot": ""
  }
}
```

type: `string` default: `""` values: `path to source .ts dir`

## 53.62 mapRoot

`--mapRoot` - место, откуда будут браться файлы `.map.js`.

```
{
  "compilerOptions": {
    "mapRoot": ""
  }
}
```

type: `string` default: `""` values:

## 53.63 maxNodeModuleJsDepth

`--maxNodeModuleJsDepth` - максимальная глубина поиска зависимостей в `node_modules` и загрузки файлов `.js`. Работает только с активной опцией `--allowJs`.

```
{
  "compilerOptions": {
    "maxNodeModuleJsDepth": 0
  }
}
```

type: `number` default: `0` values: `0...n`

## 53.64 project (p)

`--project` или `-p` - с помощью этого флага можно указать как путь до директории, которая содержит `tsconfig.json`, так и на конкретный `tsconfig.json` файл.

```
tsc --project
tsc -p ./configs/tsconfig.es6.json
```

type: `string` default:  values: `path to tsconfig.json`

## 53.65 init

`--init` - создает новый *tsconfig.json* со всеми доступными опциями, большинство из которых закомментировано, дабы создать оптимальную конфигурацию.

```
tsc --init
```

## 53.66 version (v)

`--version` или `-v` - выводит информацию о текущей версии *TypeScript*.

```
tsc --version  
tsc -v
```

## 53.67 watch (w)

`--watch` или `-w` - запускает компилятор в режиме наблюдения за изменением файлов. При каждом изменении отслеживаемых файлов компиляция будет запущена автоматически.

```
tsc --watch  
tsc -w
```

## 53.68 preserveSymlinks

`--preserveSymlinks` - текущая опция демонстрирует поведение, идентичное реализуемому в *NodeJS* с активным флагом `--preserve-symlinks`. При активной опции символические ссылки на модели (modules) и пакеты (packages) разрешаются относительно файла символической ссылки, а не относительно пути, к которому разрешается символическая ссылка. Кроме того, поведение при активной текущей опции противоположно поведению, предоставляемому *Webpack* с помощью флага со схожим по смыслу названием `resolve.symlinks`.

```
{  
  "compilerOptions": {  
    "preserveSymlinks": false  
  }  
}
```

type: `boolean` default: `false` values: `true`, `false`

## 53.69 strictFunctionTypes

`--strictFunctionTypes` - при активной опции параметры функций начинают сравниваться по контрвариантным правилам, в то время, как при не активной опции, сравнения производятся по бивариантным правилам.

```
{
  "compilerOptions": {
    "strictFunctionTypes": false
  }
}
```

**type:** `boolean` **default:** `false` **values:** `true`, `false`

## 53.70 locale

`--locale` - позволяет указать один из заданных языков для вывода диагностических сообщений.

```
{
  "compilerOptions": {
    "locale": "en" | "cs" | "de" | "es" | "fr" | "it" | "ja" | "ko" | "pl" | "pt-BR"
    | "ru" | "tr" | "zh-CN" | "zh-TW" |
  }
}
```

**type:** `string` **default:** `platform specific` **values:** English (US): `en`, Czech: `cs`, German: `de`, Spanish: `es`, French: `fr`, Italian: `it`, Japanese: `ja`, Korean: `ko`, Polish: `pl`, Portuguese(Brazil): `pt-BR`, Russian: `ru`, Turkish: `tr`, Simplified Chinese: `zh-CN`, Traditional Chinese: `zh-TW`

## 53.71 strictPropertyInitialization

`--strictPropertyInitialization` - при активной опции в случае, когда в классе присутствуют поля, не инициализированные в момент создания или в конструкторе, возникает ошибка. Более подробно данная тема раскрыта в главе [Классы - Definite Assignment Assertion Modifier](#).

```
{
  "compilerOptions": {
    "strictPropertyInitialization": false
  }
}
```

**type:** `boolean` **default:** `false` **values:** `true`, `false`

```
class Identifier {
  public a: number = 0; // Ok, инициализация при объявлении
  public b: number; // Ok, инициализация в конструкторе
  public c: number | undefined; // Ok, явное указание принадлежности к типу Undefined
  public d: number; // Error, инициализация отсутствует
  constructor() {
    this.b = 0;
  }
}
```

```
}  
}
```

## 53.72 esModuleInterop

`--esModuleInterop` - с активной опцией сгенерированный код таких модулей формата *CommonJS/AMD/UMD* больше походит на код, сгенерированный *Babel*.

```
{  
  "compilerOptions": {  
    "esModuleInterop": false  
  }  
}
```

type: `boolean` default: `false` values: `true`, `false`

## 53.73 emitDeclarationsOnly

`--emitDeclarationsOnly` - данная опция указывает компилятору, что нужно генерировать только файлы декларации с расширением *.d.ts* и пропускать файлы с расширением *.js* и *.jsx*. Такое поведение может быть полезно, если код, помимо компилятора *TypeScript*, компилируется ещё и с помощью *Babel*.

```
{  
  "compilerOptions": {  
    "emitDeclarationsOnly": false  
  }  
}
```

type: `boolean` default: `false` values: `true`, `false`

## 53.74 resolveJsonModule

`--resolveJsonModule` - данная опция, при активной опции `--esModuleInterop` и опции `--module`, установленной в `commonjs`, позволяет в среде *NodeJS* полноценно взаимодействовать с *json*.

```
{  
  "compilerOptions": {  
    "resolveJsonModule": false  
  }  
}
```

type: `boolean` default: `false` values: `true`, `false`

```
// file config.json
```

```
{  
  "name": "",  
  "age": 0  
}
```

```
// file index.ts
```

```
import config from "./config.json";
```

```
config.name = 'name'; // Ok
```

```
config.name = 0; // Error
```

```
// tsconfig.json
```

```
{  
  "compilerOptions": {  
    "module": "commonjs",  
    "resolveJsonModule": true,  
    "esModuleInterop": true  
  }  
}
```

## 53.75 declarationMap

`--declarationMap` - при совместном использовании с активной опцией `--declaration` заставляет компилятор, помимо `.d.ts`, также генерировать `.d.ts.map`, которые позволяют при переходе к определению (go to definition) направлять в файл `.ts`, а не `.d.ts`.

```
{  
  "compilerOptions": {  
    "declarationMap": false  
  }  
}
```

type: `boolean` default: `false` values: `true`, `false`

## 53.76 strictBindCallApply

`--strictBindCallApply` - текущий флаг, входящий в группировку `--strict`, активирует проверку вызова таких методов, как `apply`, `call` и `bind`. Это стало возможным благодаря добавлению двух новых типов, `CallableFunction` и `NewableFunction`, которые содержат обобщенное

описание методов `apply`, `call` и `bind`, как для обычных функций, так и для функций конструкторов соответственно.

```
{
  "compilerOptions": {
    "strictBindCallApply": false
  }
}
```

**type:** `boolean` **default:** `false` **values:** `true`, `false`

```
function f(p0: number, p1: string){}
```

```
f.call(null, 0, ''); // ok
f.call(null, 0, 0); // error
f.call(null, 0); // error
f.call(null, 0, '', 0); // error
```

```
f.apply(null, [0, '']); // ok
f.apply(null, [0, 0]); // error
f.apply(null, [0]); // error
f.apply(null, [0, '', 0]); // error
```

```
f.bind(null, 0, ''); // ok
f.bind(null, 0, 0); // error
f.bind(null, 0); // ok
f.bind(null, 0, '', 0); // ok
```

## 53.77 showConfig

`--showConfig` - при активном текущем флаге компилятор `tsc` во время компиляции выведет в консоль содержимое конфигурационного файла `tsconfig.json`, разрешенного с учетом механизма расширения (`extends`), если таковой механизм имеет место быть. Этот функционал может быть очень полезным при отладке.

```
{
  "compilerOptions": {
    "showConfig": false
  }
}
```

**type:** `boolean` **default:** `false` **values:** `true`, `false`

## 53.78 build

`--build` - данный флаг указывает компилятору `tsc`, что проект нужно собирать как проект, использующий ссылки на другие проекты. Подробнее об этом можно узнать из главы [Сборка с использованием ссылок на проекты](#). Также флаг `--build` может использоваться в сочетании со специфичными только для него флагами `--verbose`, `--dry`, `--clean`, `--force`, а также с флагом `--watch`.

**type:** `string` **default:**  **values:** `paths to tsconfig.json or dir with tsconfig.json`

## 53.79 verbose

`--verbose` - текущий флаг указывает компилятору выводить более подробный отчет при инкрементальной сборке проекта. Используется только совместно с флагом `--build`.

## 53.80 dry

`--dry` - при указании текущего флага сборка будет выполнена без порождения выходных файлов. Данный флаг полезно использовать совместно с флагом `--verbose`. Используется только совместно с флагом `--build`.

## 53.81 clean

`--clean` - удаляет выходные файлы, соответствующие заданным входным. Используется только совместно с флагом `--build`.

## 53.82 force

`--force` - принудительно выполняет неинкрементальную сборку. Используется только совместно с флагом `--build`.

## 53.83 incremental

`--incremental` - флаг, при активации которого, после первой компиляции проекта, в заданной атирибутом `outDir` директории создается файл `.tsbuildinf`, который хранит метаинформацию об изменении файлов, что позволяет производить ускоренные инкрементальные сборки при всех последующих запусках компилятора.

```
{
  "compilerOptions": {
    "incremental": true,
    "outDir": "./dest"
  }
}
```

В случае, когда имя выходного файла задается с помощью флага `--outFile`, имя генерируемого файла `.tsbuildinf` будет включать в себя название выходного файла (`.client.tsbuildinf` для файла `client.js` и `.server.tsbuildinf` для `server.js` соответственно).

**Примечание:** создатели *TypeScript* предупреждают заранее, что генерируемые файлы `.tsbuildinf` не предназначены для использования сторонними библиотеками, так как их определение не будет обладать совместимостью от версии к версии.

Кроме того, с помощью флага `--tsBuildInfoFile` можно задать место сохранения файла `.tsbuildinf`.

```
{
  "compilerOptions": {
    "incremental": true,
    "tsBuildInfoFile": "./buildinfo",
    "outDir": "./dest"
  }
}
```

### 53.84 tsBuildInfoFile

`--tsBuildInfoFile` - флаг, с помощью которого указывается место сохранения файла `.tsbuildinf`, генерирующегося при активной опции `--incremental` и служащего для хранения метаинформации, призванной ускорить последующие сборки.

```
{
  "compilerOptions": {
    "incremental": true,
    "tsBuildInfoFile": "./buildinfo",
  }
}
```

### 53.85 allowUmdGlobalAccess

`--allowUmdGlobalAccess` - при активном текущем флаге становится возможным обращение к глобальным определениям из модулей.

```
{
  "compilerOptions": {
    "allowUmdGlobalAccess": false,
  }
}
```

**type:** `boolean` **default:** `false` **values:** `true`, `false`

```
// allowUmdGlobalAccess === false
```

```
import * as Rx from 'rxjs';
```



```
const ref = React.createRef(); // Error, обращение к глобальным переменным в модулях недопустимо
```

```
// allowUmdGlobalAccess === true
```

```
import * as Rx from 'rxjs';
```

```
const ref = React.createRef(); // Ok, доступ к глобальному определению из модуля
```

## 53.86 disableSourceOfProjectReferenceRedirect

**--disableSourceOfProjectReferenceRedirect** - при использовании механизма ссылок на проекты активация данного флага говорит компилятору, что в качестве информации о типах следует использовать файлы декларации **.d.ts**, а не исходные файлы проекта. Активация данного флага способна повысить производительность сборки, но вносит некоторую специфику, поэтому уместна лишь на больших проектах. Более подробно читайте об этом в главе, посвященной использованию ссылок на проекты.

```
{
  "compilerOptions": {
    "disableSourceOfProjectReferenceRedirect": false,
  }
}
```

**type:** **boolean** **default:** **false** **values:** **true**, **false**

## 53.87 useDefineForClassFields

**--useDefineForClassFields** - данный флаг активирует новое поведение генерации конечного кода, доступное с версии **v3.7** и предназначенное для предотвращения переопределения свойств при механизме наследования.

```
{
  "compilerOptions": {
    "useDefineForClassFields": false,
  }
}
```

**type:** **boolean** **default:** **false** **values:** **true**, **false**

## 53.88 importsNotUsedAsValues

**--importsNotUsedAsValues** - задает стратегию используемую компилятором для разрешения зависимостей модуля путем уточнения формы импорта и экспорта. Более подробно о текущем флаге можно прочесть в главе "Импорт и экспорт только типа и флаг --importsNotUsedAsValues".

```
{
  "compilerOptions": {
    "importsNotUsedAsValues": "remove",
  }
}
```

**type:** `string` **default:** `remove` **values:** `remove`, `preserve`, `error`

## 53.89 assumeChangesOnlyAffectDirectDependencies

`--assumeChangesOnlyAffectDirectDependencies` - в режиме `--watch` + `--incremental`

активация данной опции позволяет компилятору отказаться от перепроверок\перестраивания файлов, которые на основе метоинформации считаются затронутыми. Вместо этого будет перепроверяться\перестраиваться только непосредственно имененные файлы и файлы их импортирующие.

Представьте что `fileA.ts` импортирует `fileB.ts`, который импортирует `fileC.ts`, который импортирует `fileD.ts`.

При активном ржижме `--watch` изменения в файле `fileD.ts` означает что как минимум будут проверены `fileC.ts`, `fileB.ts` и `fileA.ts`. При активной опции

`--assumeChangesOnlyAffectDirectDependencies` проверке подвергнется лишь `fileA.ts` и `fileB.ts`.

// tsconfig.json

```
{
  "watchOptions": {
    "assumeChangesOnlyAffectDirectDependencies": "false"
  }
}
```

**type:** `boolean` **default:** `false` **values:** `true`, `false`

## 53.90 watchFile

`--watchFile` - стратегия наблюдения за отдельными файлами.

// tsconfig.json

```
{
  "watchOptions": {
    "watchFile": "useFsEvents"
  }
}
```

**type:** `string` **default:** `useFsEvents` **values:** `fixedPollingInterval`, `priorityPollingInterval`, `dynamicPriorityPolling`, `useFsEvents`, `useFsEventsOnParentDirectory`

#### описание

`fixedPollingInterval`: Проверять каждый файл на наличие изменений несколько раз в секунду с фиксированным интервалом.

`priorityPollingInterval`: Проверять каждый файл на наличие изменений несколько раз в секунду, но использовать эвристику для проверки файлов определенных типов реже, чем других.

`dynamicPriorityPolling`: Использовать динамическую очередь, в которой менее часто изменяемые файлы будут проверяться реже.

`useFsEvents` [ПО УМОЛЧАНИЮ]: Пытаться использовать собственные события операционной системы / файловой системы для изменения файлов.

`useFsEventsOnParentDirectory`: Пытаться использовать собственные события операционной системы/файловой системы для прослушивания изменений в каталогах, содержащих файл. Это может использовать меньше файловых наблюдателей, но также быть менее точным.

### 53.91 watchDirectory

`--watchDirectory` - стратегия наблюдения за целыми деревьями каталогов в системах, в которых отсутствует рекурсивная функция наблюдения за файлами.

```
// tsconfig.json
```

```
{
  "watchOptions": {
    "watchDirectory": "useFsEvents"
  }
}
```

**type:** `string` **default:** `useFsEvents` **values:** `fixedPollingInterval`, `dynamicPriorityPolling`, `useFsEvents`

#### описание

`fixedPollingInterval`: Проверять каждый каталог на наличие изменений несколько раз в секунду с фиксированным интервалом.

`dynamicPriorityPolling`: Использовать динамическую очередь, в которой менее часто изменяемые каталоги будут проверяться реже.

`useFsEvents` [ПО УМОЛЧАНИЮ]: Пытаться использовать собственные события операционной системы / файловой системы для изменений каталога.

## 53.92 fallbackPolling

`--fallbackPolling` - при использовании событий файловой системы этот параметр определяет стратегию опроса, которая используется, когда в системе заканчиваются собственные наблюдатели файлов и / или не поддерживаются собственные средства просмотра файлов.

```
// tsconfig.json

{
  "watchOptions": {
    "fallbackPolling": "dynamicPriorityPolling"
  }
}
```

**type:** `string` **default:** `useFsEvents` **values:** `fixedPollingInterval`, `dynamicPriorityPolling`, `priorityPollingInterval`

### описание

`fixedPollingInterval`: Проверять каждый файл на наличие изменений несколько раз в секунду с фиксированным интервалом.

`dynamicPriorityPolling`: Использовать динамическую очередь, в которой менее часто изменяемые файлы будут проверяться реже.

`priorityPollingInterval`: Проверять каждый файл на наличие изменений несколько раз в секунду, но использовать эвристику для проверки файлов определенных типов реже, чем других.

## 53.93 synchronousWatchDirectory

`--synchronousWatchDirectory` - отключить отложенное наблюдение за каталогами.

```
// tsconfig.json

{
  "watchOptions": {
    "synchronousWatchDirectory": "false"
  }
}
```

**type:** `boolean` **default:** `false` **values:** `true`, `false`