ГБПОУ г. Москвы
«Первый московский образовательный комплекс»

# Объектно-ориентированное программирование

## Лекция 3. Введение в язык C#

# Язык объектно-ориентированного программирования C#

# Общие сведения по языку C#

- Появился в 2001 году.
- Основан на языках Java и Visual Basic
- Общий прародитель C++
- В первой  версии языка:
  - 80 ключевых слов
  - 12 встроенных (базовых) типов данных
- Включает все необходимое для создания объектно-ориентированных, компонентных программ.
- Одобрен в качестве международного стандарта ECMA (**ECMA-334**) и ISO(**ISO/IEC 23270**)

# **Андерс Хейлсберг** (Anders Hejlsberg)

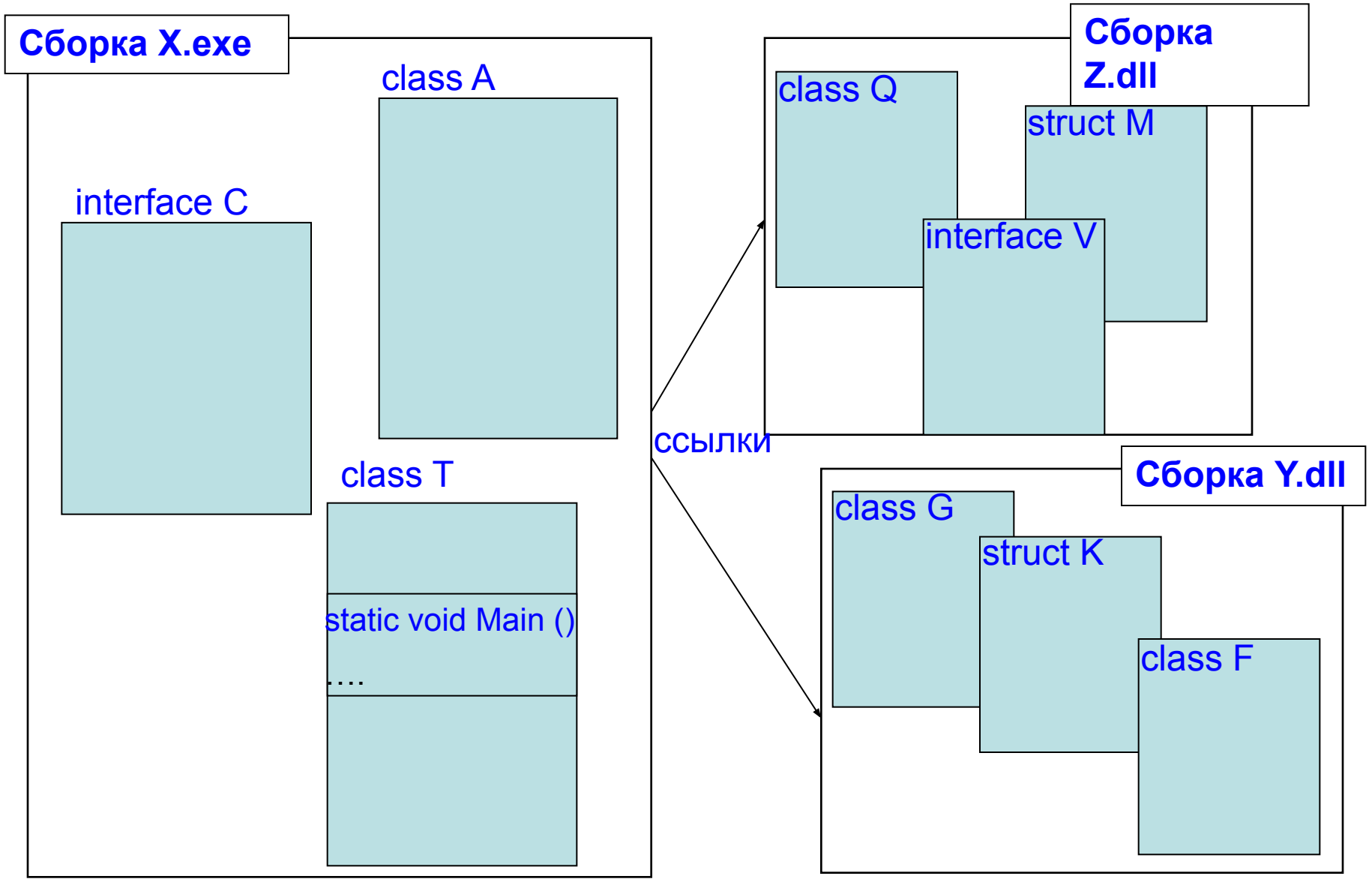
- Главный проектировщик и ведущий архитектор.
- Датский учёный в области информатики.
- В 1980 году он написал компилятор языка Паскаль, который продал фирме Borland (этот компилятор дожил до 7 версии (*Borland Pascal*).
- До 1996 года главный проектировщик фирмы Borland, создал новое поколение компиляторов Паскаля: получился язык Delphi.
- В 1996 году перешёл в Microsoft, где работал над языком J++ и библиотекой C++ - Windows Foundation Classes.
- Позже возглавил комиссию по созданию и проектированию языка C#.

# Программа на C#

- Программа это набор взаимосвязанных классов.
- Класс содержит данные и функции
- В одном из классов должна быть функция Main, с этой функции начинается выполнение программы
- Классы могут быть в разных файлах, в разных сборках (в библиотеках классов).
- На внешние модули (библиотеки, или выполняемые модули) должны быть ссылки (references).
- Для удобства ссылок на классы программы, желательно использовать пространство имен
- Для удобства записи имен внешних классов можно использовать оператор using.

- Определение программы (Дейкстра)
  - Программа = Алгоритм + Данные.
- Объектно-ориентированное определение программы:
  - Программа это набор типов (классов, интерфейсов и т.д.)
  - Тип = Данные + Методы
  - Метод = Алгоритм + Данные.

# Структура программы (сборки) на языке C#



```
using <имя namespace>;
...
namespace Nnnn
{
    Объявление класса
    class Cccc
      ...
    Объявление структуры
    struct Ssss
      ...
    Объявление интерфейса
    interface Iccc
      ...
}
```

*Рис. 2.3. Структура приложения.*

```
class Cccc
{
    Объявление поля _a
      ...
    Объявление свойства A
      ...
    Объявление метода M( )
      ...
    Объявление события
    event A
      ...
}
```

*Рис. 2.4. Структура описания класс*

# Простая программа на C#

```
using System;
namespace ConsoleApp
{
  class Program
  {
    static void Main()
    {
       Console.Write("Введите радиус круга:");
       string s = Console.ReadLine();
      double r = Convert.ToDouble(s);
      double p = Math.PI * r * r;
       Console.WriteLine("Площадь круга = {0}", p);
      Console.ReadLine();
      return;
    }
  }
}
```

# Сравнение C# и Java

```
using System;
class Program
{
public static void Main(string [])
{
   Console.Write("Введите радиус круга:");
   string s = Console.ReadLine();
   double r = Convert.ToDouble(s);
   double p = Math.PI * r * r;
   Console.WriteLine("Площадь круга = {0}", p);
   Console.ReadLine();
}
}
```

```
import java.util.Scanner;
class Program
{
private static final double PI = 3.1416;
public static void main ( String [] args )
{
   Scanner keyboard=new Scanner ( System.in ) ;
   System.out.print ( "Введите радиус круга:" ) ;
   float r = keyboard.nextFloat();
   float p = PI * r * r;
   System.out.print ( "Площадь круга = :" ) ;
   System.out.println( 2*val*val*PI ) ;
  }
}
```

# Ввод с клавиатуры в Java

```
byte in[ ] = new byte[100];
System.in.read(in);
String vvod = new String(in);
vvod = vvod.trim();
int b = Integer.parseInt(vvod);
```

# Классы

- ***Классы это основные пользовательские типы данных***.
- Экземпляры класса – Объекты.
- Классы описывают
  - все элементы объекта (данные)
  - его поведение (методы),
  - устанавливают начальные значения для данных объекта, если это необходимо.
- При создании экземпляра класса в памяти создается копия данных этого класса.
  - Созданный таким образом экземпляр класса называется объектом.

# Составные элементы класса

1. Поля (field) – обычно скрытые данные класса (внутренне состояние)
2. Методы (methods) – операции над данными класса (поведение) (можно называть функциями)
3. Свойства (property) – доступ к данным класса с помощью функций
   - get – получить
   - set – задать
4. События (event) – оповещение пользователей класса о том, что произошло что-то важное.

- Экземпляры классов создается с помощью оператора ***new***.
- Для получения данных объекта или вызова методов объекта, используется оператор “**.**” (точка).

```
Student s;
s = new Student();
s.Name = “Иванов А.”;
```

- При создании экземпляра класса, копия данных, описываемых этим классом, записывается в память и присваивается переменной ссылочного типа

- В этом случае описание класса Автомобиль может выглядеть следующим образом:

```
class Автомобиль
{
// описание свойств
  public string Модель;
  public float Расход_топлива;
  private int Число_цилиндров;
// описание методов
  public void Повернуть_руль(){...};
  private Регулировка_датчика(){...};
// описание события
  event Перегрев_двигателя();
}
```

# Описание классов программы

```
using XXX;   // чужие пространства имен
namespace MMM   // свое пространство имен
{
   class AAA // наш класс  MMM.AAA
   {
   …
   }
   class BBB //  другой наш класс MMM.BBB
   {
   …
   }
}
```

# Пример простого класса

```
namespace TestProg   // наше пространство имен
{
    class Point // наш класс  MMM.Point
    {
      public int x, y; // поля класса
    }
    class Program
    {
        static void Main( )
        {
          Point a;
          a = new Point();
          a.x = 4;
          a.y = 3;
        }
     }
}
```

# Пример описания и использования класса

•Самый простой класс

```
class Car
{
}
```

•Класс с полями

```
class Car
{
   // состояние Car.
   public string petName;
   public int currSpeed;
}
```

•Класс с методами

```
class Car
{
  // состояние Car.
  public string petName;
  public int currSpeed;
  // функциональность Car.
  public void PrintState()
  {
    Console.WriteLine("{0} is going {1}
 MPH.",
      petName, currSpeed);
  }
  public void SpeedUp(int delta)
  {
    currSpeed += delta;
  }
}
```

```
static void Main(string[] args)
{
  Console.WriteLine
      ("***Используем Class Types***");
  // Создаем и настраиваем объект Car.
  Car myCar = new Car();
  myCar.petName = "Henry";
  myCar.currSpeed = 10;
  // Ускоряем автомобиль несколько раз
  // и выводим на печать новоесостояние.
  for (int i = 0; i <= 10; i++)
  {
    myCar.SpeedUp(5);
    myCar.PrintState();
  }
  Console.ReadLine();
}
```

• Неправильное использование класса

```
static void Main(string[] args)
{
  // Ошибка! Забыли использовать операцию 'new'!
  Car myCar;
  myCar.petName = "Fred";
}
```

# Инкапсуляция (***Encapsulation***)

- Максимальное закрытие доступа к состоянию объектов.
- Состояние объекта можно менять только используя свойства и методы (не используя переменные).
- Свойства и методы открытые внешним пользователям класса - интерфейс (interface).
- Это позволяет
  - Избежать неправильного использования объектов (защита от дурака)
  - Изменять и развивать класс не мешая его использовать

# Описатели режимов доступа
## (access modifiers)

| **Access Modifier** | **Ограничения** |
|---|---|
| public | Нет ограничений. Элементы отмеченные public видны любому методу любого класса. |
| private | Элементы класса A отмеченные как private доступны только методам класса A. |
| protected | Элементы класса A отмеченные как protected доступны методам класса A и методам *производным* от класса A. |
| internal | Элементы класса A отмеченные как internal доступны методам любого класса в сборке, в которой описан класс A. |
| protected internal | Элементы класса A отмеченные как protected internal доступны методам класса A, методам классов производных от класса A, а также любому классу в сборке, где описан класс A. Это как protected ИЛИ internal. (Нет режима protected И internal.) |

# Типы данных

# Основные понятия

- Программа это набор типов

  $P = \{T1, T2, \ldots, Tn\}$
- Тип задает:
  - Количество ячеек памяти
  - Состояние (значения данных)
  - Поведение (методы)
  - Операции в которых может участвовать
  - Преобразования к другим типам.

# Тип данных

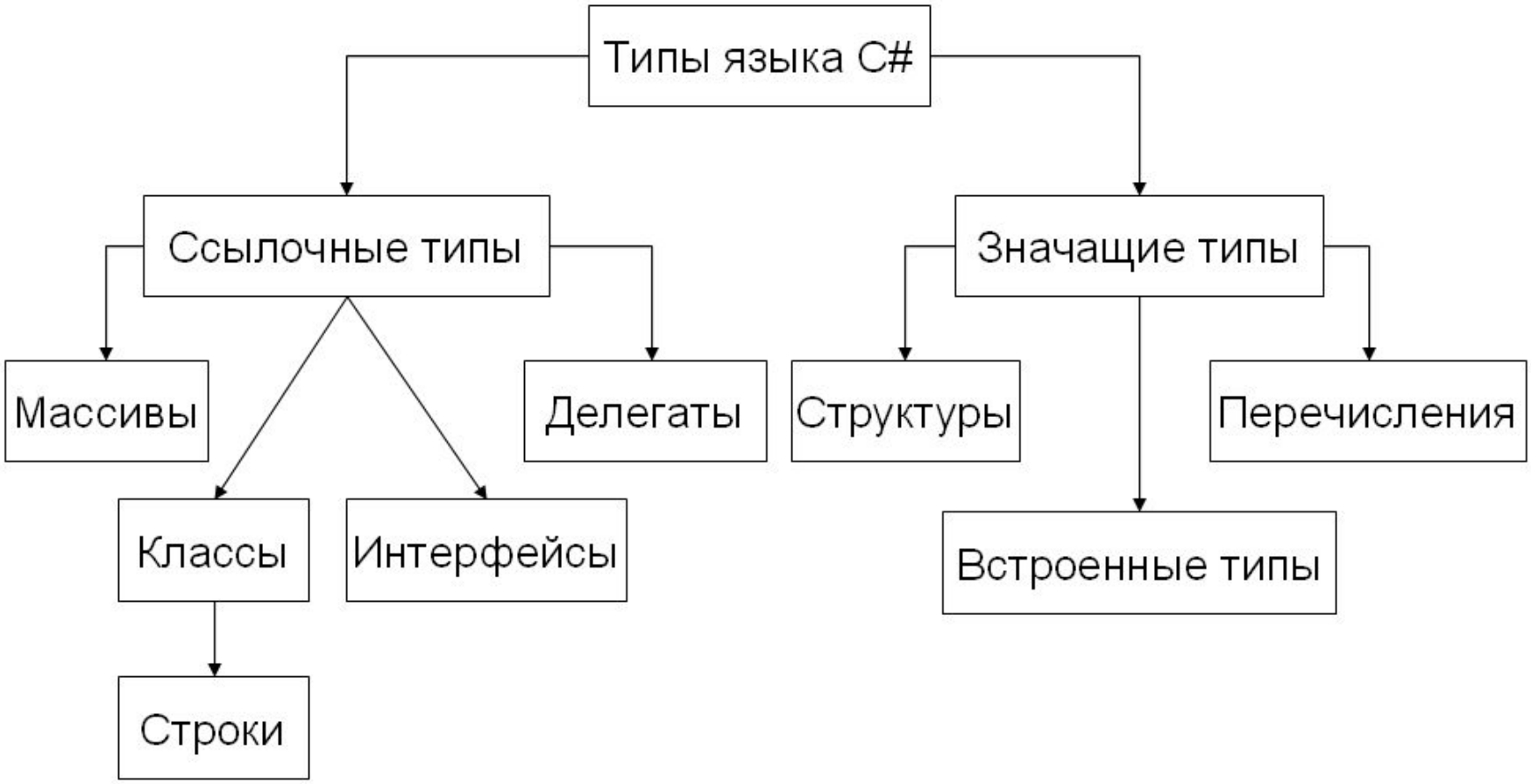
- Язык C# является строго типизированным языком – все данные (константы и переменные) программы имеют явно или неявно заданный ***тип***.

- Тип данных определяет:
  - количество используемой памяти (в байтах);
  - набор операции, в которых может участвовать данные такого типа;
  - способы явного и неявного преобразования в другие типы.

# Основные сведения о типах

- Все элементы программы имеют тип *(переменные, константы, выражения, методы, параметры методов, и т.п.)*
- Для всех переменных требуется объявлять тип.
- Результат вычисления выражения имеет определенный тип.
- **Переменные и выражения должны иметь один и тот же тип при присвоении.**
- Если типы разные, выполняется их преобразование:
  - неявное (без прямого указания программиста)
  - явное (в результате заданного преобразования, кастинг)

# Виды типов языка C#



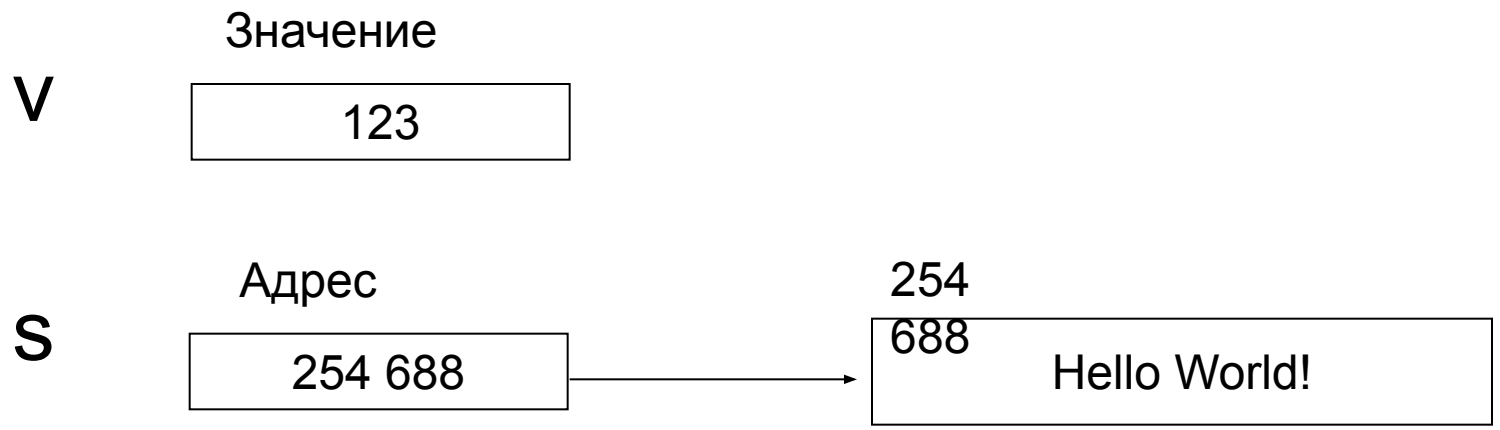
# Хранение данных программы

Данные используемые программой (переменные, константы) могут храниться в в двух типах оперативной памяти:

- Стек (линейная память)
- Куча (динамическая память)

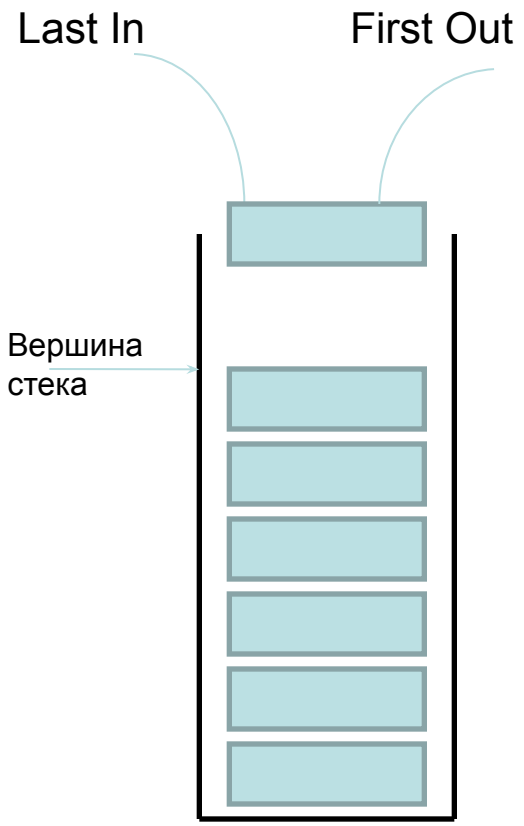
# Различие между значащими и ссылочными типами

```
int v = 123;
string s;
s = “Hello World!”;
```



# Стек (stack)

- Стек – это линейный участок памяти (массив), который действует как структура данных типа «Последним пришел – первым ушел» (last-in, first-out – LIFO).
- Данные могут добавляться только к вершине стека и удаляться из вершены.
- Добавление и удаление данных из произвольного места стека невозможно.
- Операции по добавлению и удаление элементов из стека выполняются очень быстро.
- Размеры стека, как правило, ограничены, и время хранения данных зависит от времени жизни переменной.
- Для всех локальных переменных методов и передаваемых методам параметров память выделяется в вершине стека.
- После того, как методы заканчивают работу вся выделенная память в стеке для их переменных автоматически освобождается.

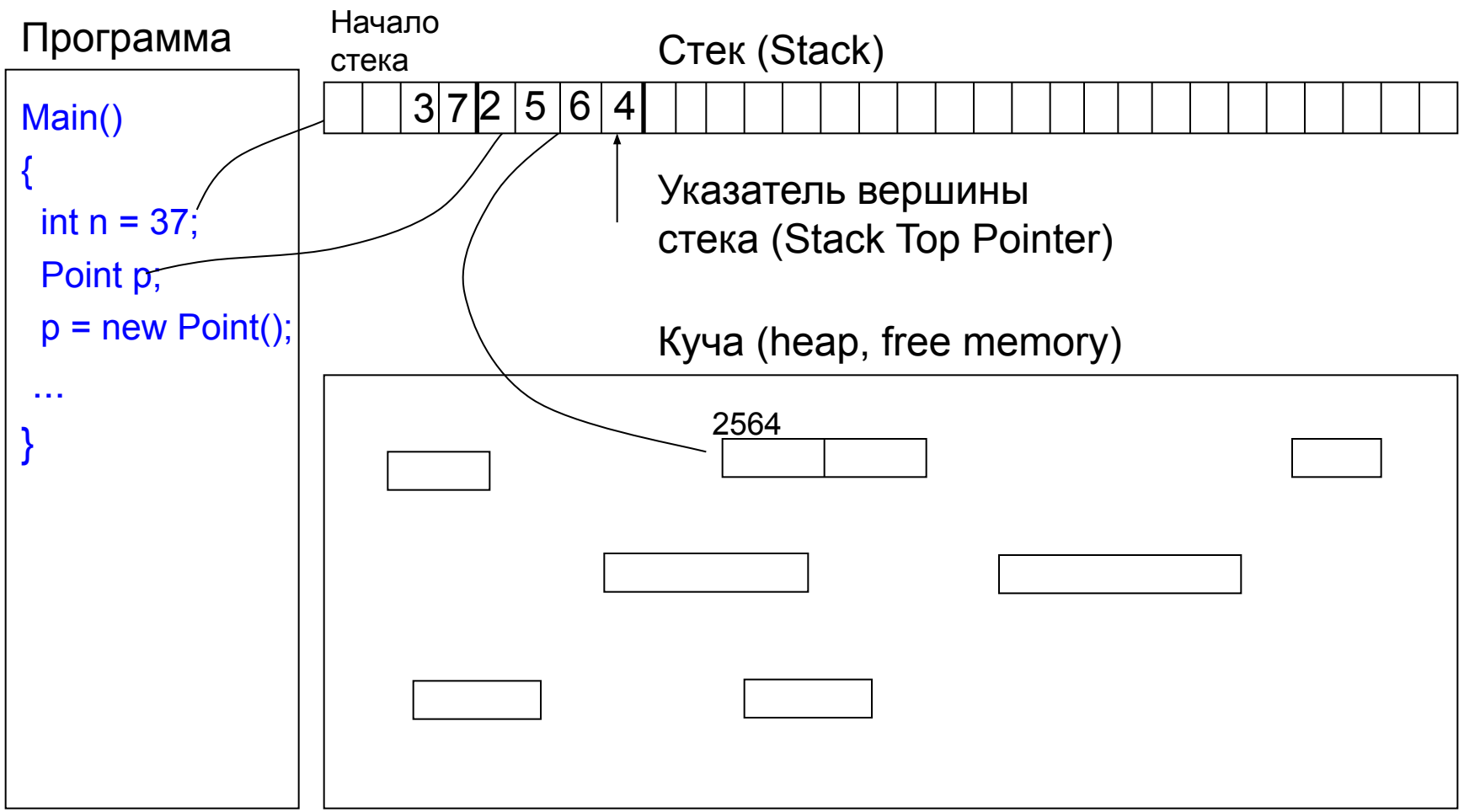


# Куча (heap)

- **Куча (heap)** – это область оперативной памяти, в разных частях которой по запросу программы, операционная система может выделять участки требуемого размера для хранения объектов классов.
- Память в куче выделяется с помощью операции new.
- В отличие от стека, участки памяти в "куче" могут выделяться и освобождаться в любом порядке.
- Программа может хранить элементы данных в "куче", но она не может явно удалять их из нее.
- Вместо этого компонент среды CLR, называемый Garbage Collector (GC), автоматически удаляет не используемые участки "кучи", когда он определит, что код программы уже не имеет доступа к ним (не хранит их адреса).

- Автоматическая сборка мусора освобождает программиста от необходимости освобождать не используемую память вручную, что часто приводит к ошибкам работы программы.

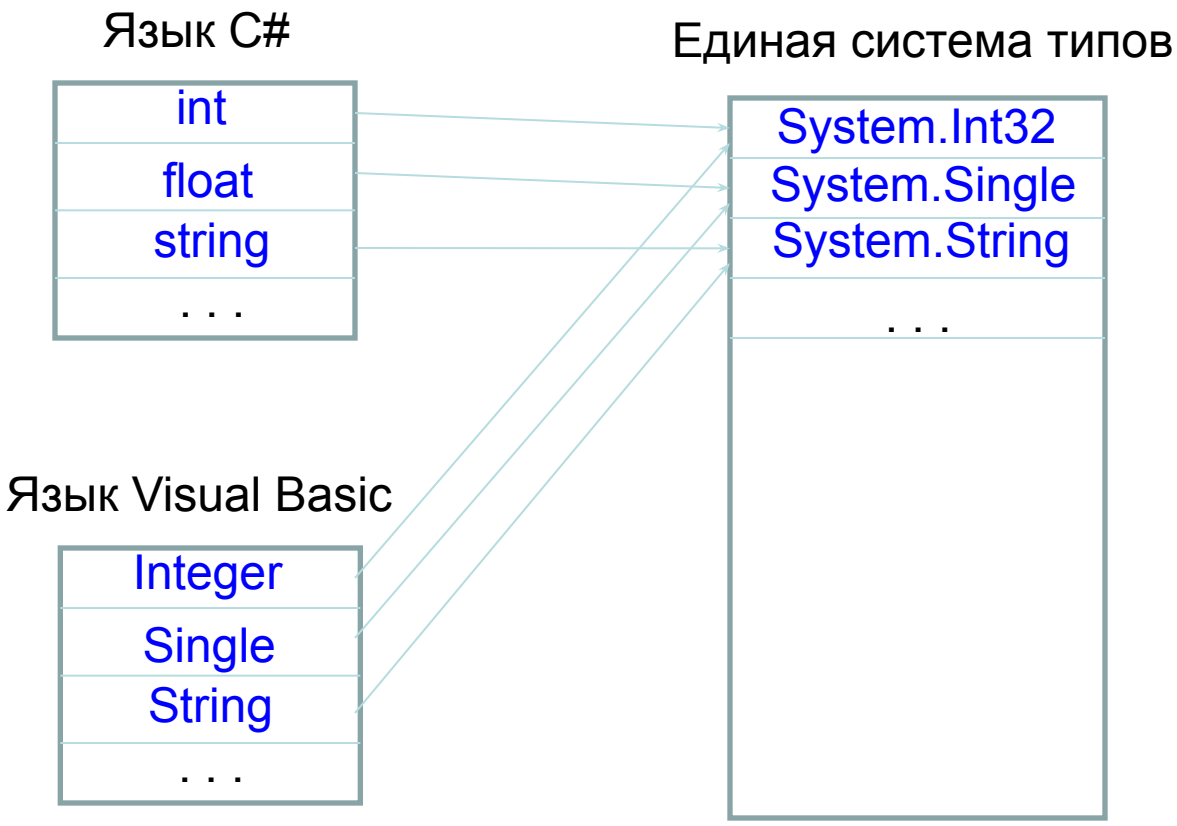
# Память программы – стек и куча



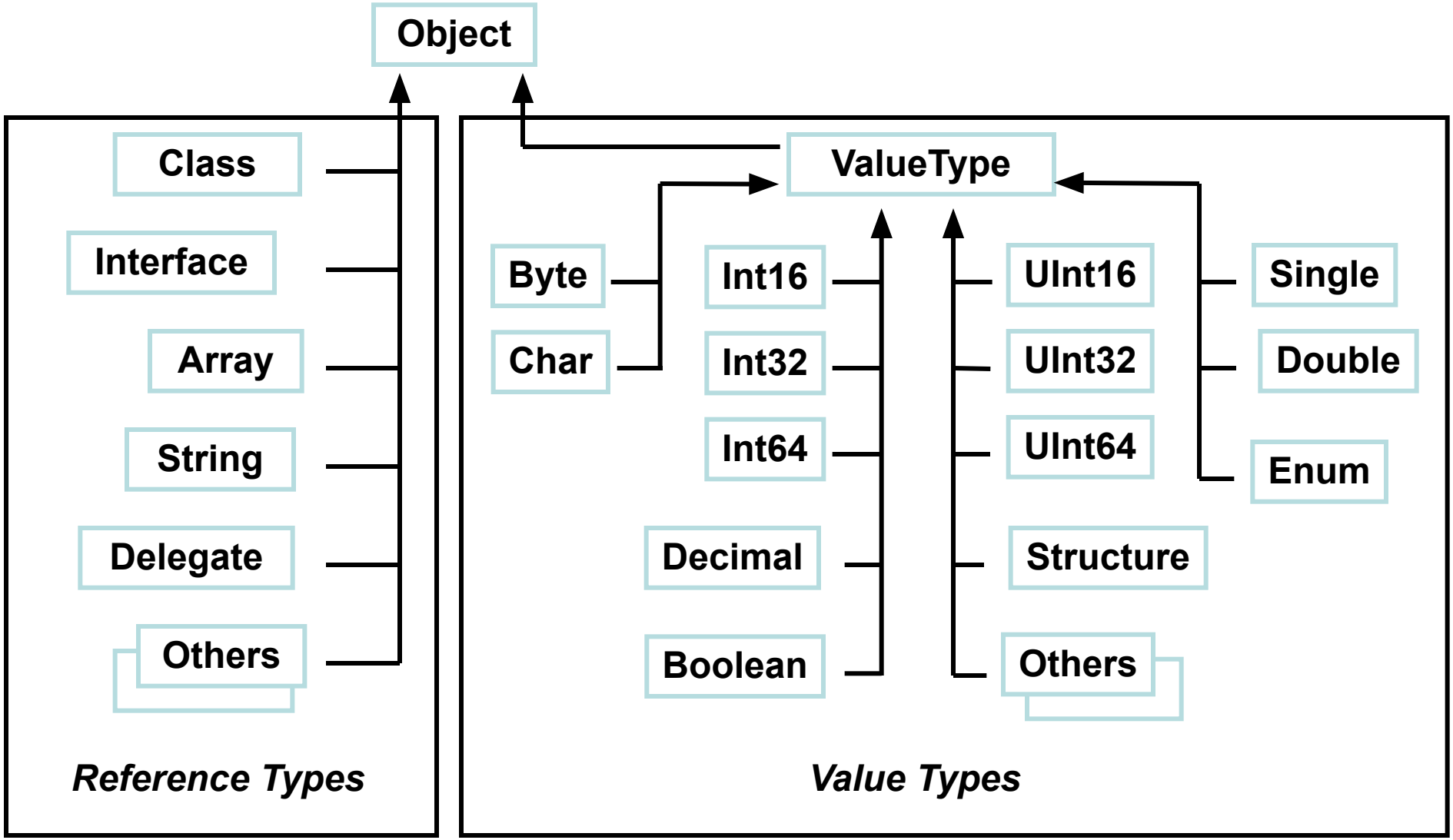
# Системные типы данных CLR

- В .Net Framework есть общие для всех языков, системные типы данных.
- *Общая* для всех языков *система типов* (Common Type System, CTS).
- Эти типы разработаны специалистами компании Microsoft.
  - Например:
    - System.Int32
    - System.Single
    - System.String
    - ....

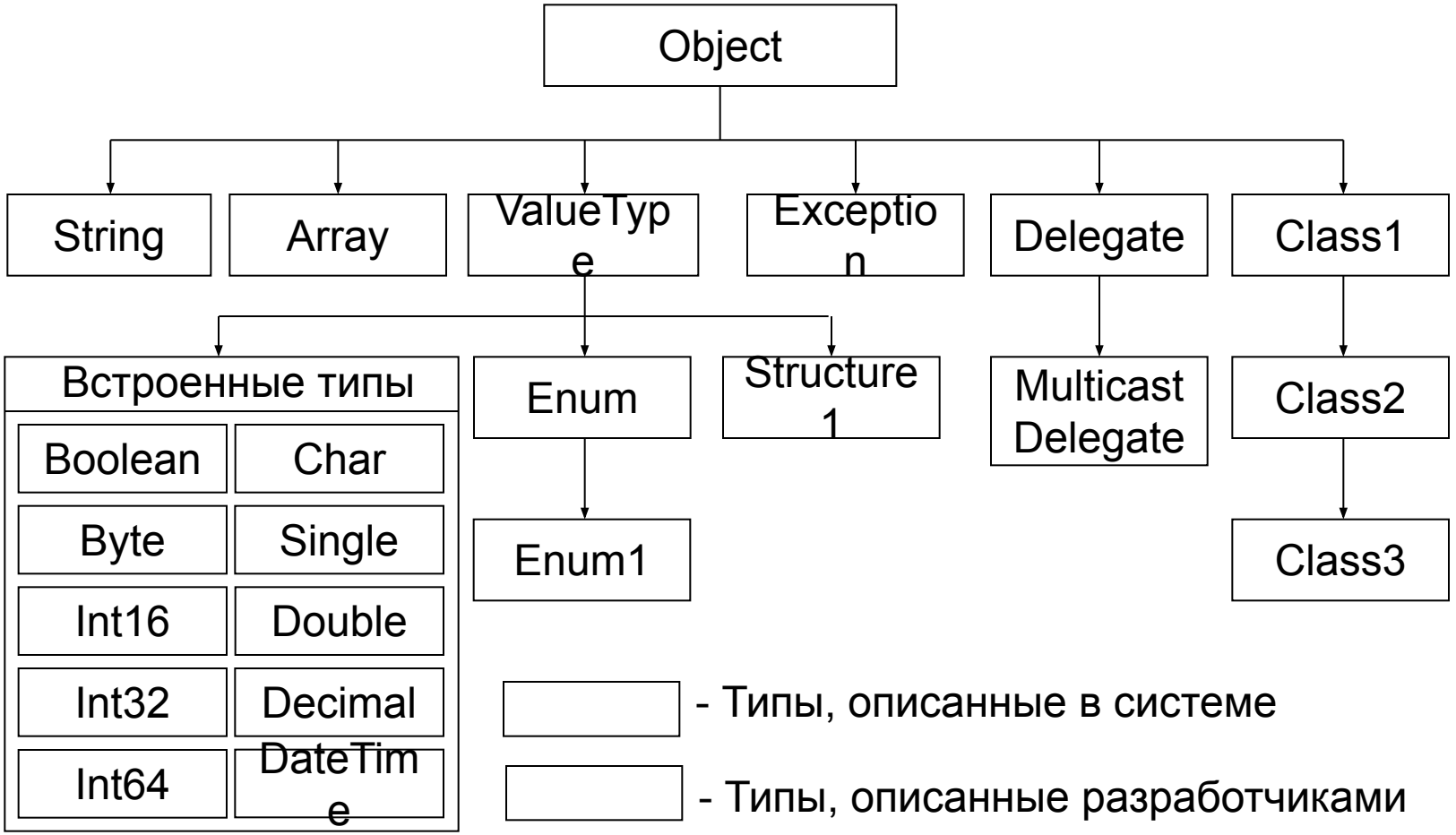
# Соответствие встроенных типов и системных типов



# Типы определенные в CLR



# Наследование типов в CLR



# Класс Object

- Все классы при создании наследует все свойства и методы родительского класса Object.
  - Все *встроенные типы* нужным образом переопределяют *методы* родителя и добавляют собственные *поля*, *свойства* и *методы*.
- Типы, создаваемые пользователем, также являются *потомками класса* Object,
- Для них необходимо переопределить *методы* родителя, если предполагается использование этих *методов*;
  - реализация родителя, предоставляемая по умолчанию, не обеспечивает нужного эффекта.

# Методы класса System.Object

- Equals(object)
  - виртуальный метод,
  - возвращает true если значения объектов совпадают (по умолчанию, если два объекта расположены в одном месте памяти).
- GetHashCode()
  - виртуальный метод,
  - возвращает целое число (***хэш-код***), однозначно идентифицирующее экземпляр класса.
- GetType()
  - возвращает объект типа Type, описывающий тип объекта.
- ToString()
  - виртуальный метод,
  - возвращает символьное представление значения переменной
  - по умолчанию возвращает строку, представляющую полное имя типа объекта.

# Пример объявления переменных

- Пример объявления переменных и присваивания им значений в языке C# показан ниже:

```
int x=11;
int v = new Int32();
v = 007;
string s1 = "Agent";
s1 = s1 + v.ToString() + x.ToString();
```

# Встроенные типы языка C#

| Имя типа | Системный тип CLR | Значения - диапазон | Размер – точность |
|---|---|---|---|
| **Логический тип** | | | |
| `bool` | `System.Boolean` | `true, false` | 8 бит |
| **Арифметические целочисленные типы** | | | |
| `sbyte` | `System.SByte` | -128 ÷ +127 | Знаковое, 8 бит |
| `byte` | `System.Byte` | 0 ÷ 255 | Беззнаковое, 8 бит |
| `short` | `System.Short` | -32768 ÷ +32767 | Знаковое, 16 бит |
| `ushort` | `System.UShort` | 0 ÷ 65535 | Беззнаковое, 16 бит |
| `int` | `System.Int32` | -2,147,483,648 ÷ +2,147,483,647 | Знаковое, 32 бит |
| `uint` | `System.UInt32` | $\approx(0 \div 4*10^{9})$ | Беззнаковое, 32 бит |
| `long` | `System.Int64` | $\approx(-9*10^{18} \div 9*10^{18})$ | Знаковое, 64 бит |
| `ulong` | `System.UInt64` | $\approx(0 \div 18*10^{18})$ | Беззнаковое, 64 бит |

# Встроенные типы (продолжение)

| Имя типа | Системный тип CLR | Значения - диапазон | Размер - точность |
|---|---|---|---|
| **Арифметический тип с плавающей точкой** | | | |
| `float` | `System.Single` | $\pm(1.5*10^{-45} \div 3.4*10^{+38})$ | 32 бита (точность 7 цифр) |
| `double` | `System.Double` | $\pm(5.0*10^{-324} \div 1.7*10^{+308})$ | 64 бита (точность 15–16 цифр) |
| **Арифметический тип с фиксированной точкой** | | | |
| `decimal` | `System.Decimal` | $\pm (1.0*10^{-28} \div 7.9*10^{+28})$ | 28–29 значащих цифр |
| **Символьные типы** | | | |
| `char` | `System.Char` | U+0000 ÷ U+ffff | 16 бит Unicode символ |
| `string` | `System.String` | Строка из символов Unicode | |
| **Объектный тип** | | | |
| Имя типа | Системный тип | Примечание | |
| `object` | `System.Object` | Базовый тип всех *встроенных* и пользовательских типов | |
| `void` | | Отсутствие какого-либо значения | |
| `var` | | Отложенное определение типа | |

# Логический тип данных bool

- Соответствует системному типу System.Boolean.
- Может хранить только значения констант true и false (булевые константы)
- Можно назначать только булевые значения или константы, а также значений логического выражения:

```
bool bc = (c > 64 && c < 123);
```

# Тип данных decimal

- Занимает 128-бит памяти.
- Имеет б**о**льшую точность и меньший диапазон значений чем типы с плавающей точкой (floating-point);
  - Диапазон $\pm 1.0 \times 10^{-28} \div \pm 7.9 \times 10^{28}$
  - Точность 28 значащих цифр
- Больше подходит для финансовых и денежных вычислений;
- Чтобы константа обрабатывалась как decimal нужно добавить суффикс m или M:

```
decimal myMoney = 300.5m;
```

# Не определенный тип - var

- Для переменной можно задать неопределенный тип (var) и присвоит некоторое значение.
- В этом случае компилятор автоматически определит тип присваиваемого значения и назначит его переменной.
- Например, объявление переменной:

  var name = "Петров А.В.";

  – аналогично следующему объявлению:

  string name = "Петров А.В.";
- В этом случае обязательно нужно инициализировать переменную при ее объявлении.

- Можно также использовать неявное задание типа массива.
- Например, следующие операторы объявляют массив типа Point:

```
var points = new[ ] { new Point(1, 2), new Point(3, 4) };
```

# Nullable типы данных

- Nullable типы данных это такие значащие типы данных, которые кроме обычных значений могут хранить и значение null.
  - Например, nullable System.Boolean может хранить значения из набора {true, false, null}.
- Очень удобны при работе с базами данных, которые кроме значений колонок могут указывать на отсутствие значения.
- Для описания nullable типа переменной нужно добавит символ вопроса (?) в конец названия типа.
- Это можно делать только для значащих типов.

# Примеры nullable типов данных

```
static void LocalNullableVariables()
{
  // Описываем некоторые локальные значащие nullable типы.
  int? nullableInt = 10;
  double? nullableDouble = 3.14;
  bool? nullableBool = null;
  char? nullableChar = 'a';
  int?[] arrayOfNullableInts = new int?[10];

  // Error! String является ссылочным типом!
  // string? s = "oops";
}
```

# Свойства Nullable типов

- Свойство bool HasValue – есть ли значение у переменной.
- <тип> Value – значение переменной (если переменная используется в не допустимой операции, то формируется исключение System.InvalidOperationException )
- Пример 1:

```
int? n = null;
int m = 5 + n.Value; //формируется исключение
```

- Пример 2:

```
int? n = null;
// можно выполнить явное преобразование
int m = 5 + (int)n; //формируется исключение
```

- Пример 3:

```
int? n = null;
int? m = 5 + n; // m = null
```

# Использование nullable типов данных

```
static void Main(string[] args)
{
   Console.WriteLine("***** Работа с Nullable Data *****\n");
   DatabaseReader dr = new DatabaseReader();
   // Получаем int из “базы данных”.
   int? i = dr.GetIntFromDatabase();
   if (i.HasValue) // проверка на наличие значения переменной
      Console.WriteLine("Value of 'i' is: {0}", i.Value);
   else
      Console.WriteLine("Value of 'i' is undefined.");
   // Получаем bool из “базы данных”.
   bool? b = dr.GetBoolFromDatabase();
   if (b != null)
      Console.WriteLine("Значение 'b' равно: {0}", b.Value);
   else
      Console.WriteLine(" Значение 'b' не определено.");
   Console.ReadLine();
}
```

# Данные

- Программа работает с данными.
- Данные могут храниться в виде:
  - переменных
  - констант

# Переменные программы

- **Переменные** – это именованные участки оперативной памяти, которые могут хранить:
  - значения некоторого типа (для значащих типов, в стеке),
  - ссылки на экземпляры некоторых классов (для ссылочных типов, ссылки на объекты, расположенные в "куче").

# Объявление переменных

- Прежде, чем переменная может быть использована, она должна быть объявлена.
- Объявление переменных можно делать в любом месте программы.
- При объявлении переменных задается:
  - имя (идентификаторы)
    - Должно начинаться с буквы или подчерка (_).
    - Буква может быть из любого алфавита (unicode)
    - Количество символов не ограничено.
  - тип (встроенный или пользовательский)
  - могут быть заданы модификаторы
    - режим доступа,
    - возможность изменения,
    - сохранность значений.

# Объявление переменных

- Формат объявления переменных:

  <тип> <имя>;

  <тип> <имя> [= <значение>]

  [<модификаторы>] <тип> <имя> [= <значение>];

  где [<модификаторы>] = {<режим доступа>, static, const}.

- Например:

```
public int x = 5;
public static const int n=10;
```

# Время жизни переменных

- Переменные появляются (рождаются)
  - статические переменные создаются при запуске программы (описатель static).
  - не статические
    - переменные методов появляются в результате их объявления.
    - переменные классов (поля) появляются в результате создания объекта класса.
- Переменные удаляются (умирают)
  - не статические
    - Переменные методов после закрытия блока в котором они объявлены (}).
    - Переменные класса после уничтожения объекта
  - статические уничтожаются после завершения программы.

# Области видимости переменных

- **Область видимости** переменной (variable scope) это участок программы, в котором переменную можно использовать.
- В общем случае областью видимости локальной переменной является участок программы, от строки, в которой она объявляется, до первой фигурной скобки, завершающей блок или метод, в котором переменная объявлена.
- Областью видимости локальных переменных, которые объявляются в операторах цикла (например, for или while), является содержание (тело) данного цикла.

# Пример областей видимости переменных

```
public void ScopeTest() {
   int n = 0;
   for (int i = 0; i < 10; i++)
   {
     Console.WriteLine(i);
   } // i выходит из области видимости и удаляется
   // можно объявить другу переменную с именем i
   {  // начало блока
      var i = ”другой блок”; // строка
      Console.WriteLine(i);
   } // i опять выходит из области видимости
} // переменная n тоже выходит из области видимости
```

# Константы

- В C# *константы* могут задаваться в виде
  - литералов (набора символов) или
  - именованных *констант*.
- Например:

```
y = 7.7;
```

  - значение *константы* "7.7" является одновременно ее именем, она имеет и тип.
- Константы с дробной частью по умолчанию имеют тип double.

# Задание типа констант

- Тип целой константы определяется ее значением (количеством цифр).
- Константы с дробной частью имеют тип double.
- Для изменения типа констант используются приставки:
  - F - float – например: 0.23F
  - D - double – например: 2.7D
  - M - decimal – например: 12.34M

- Для точного указания некоторых типов можно задавать символ, стоящий после литерала (в верхнем или нижнем регистре).
- Например:
  - f – тип float (например: 10.2f);
  - d – тип double (например: 10.2d);
  - m – тип decimal (например: 10.2m).

# Именованные константы

- Для объявление именованной *константы* перед типом переменной добавляется модификатор const,
- Именованную константу обязательна инициализация констант и не может быть отложена.
- Например:

```
const float c = 0.1f;
```

# Строковые константы

- Под строковыми константами понимается последовательность символов заключенных в двойные кавычки.
  - Например: “Петров С.А.”

- В C# существуют два вида строковых констант:
  - **обычные константы**, которые представляют строку символов, заключенную в двойные кавычки – "ssss";
  - **@-константы**, заданные обычной константой с предшествующим знаком @.

# Строковые константы

- В обычных константах некоторые символы интерпретируются особым образом.
  - Это требуется, для задания в строке специальных управляющих символов, в виде escape-последовательностей.
- Например:
  - \n - символ перехода на новую строку;
  - \t - символ табуляции (отступ на заданное количество символов);
  - \\ - символ обратной косой черты;
  - \" - символ кавычки, вставляемый в строку, но не сигнализирующий о ее окончании.

# *@-константы*

- Часто при задании констант, определяющих путь к файлу, приходится каждый раз удваивать символ обратной косой черты: “C:\\test.txt”, что не совсем удобно.
- В этом случае и используются *@-константы*, в которых все символы понимаются в полном соответствии с их изображением.
- Например, две следующие строки будут аналогичными:

```
s1 = "c:\\c#book\\ch5\\chapter5.doc";
s2 = @"c:\c#book\ch5\chapter5.doc";
```

# 2. Операции

# Операции

- Переменные и константы могут участвовать (объединяться) с помощью операций.
- **Операция** – это термин или символ, получающий на вход одно или несколько операндов (переменных или констант) или выражений (переменных или констант, связанных между собой знаками операций), и возвращающий значение некоторого типа.
- Например: a + b или ++a * pi.

# Виды операций

- Операции, получающие на вход один операнд, например операция приращения (`++`) или **`new`**, называются ***унарными операциями***.
- Операции, получающие на вход два операнда, например, арифметические операции (`+`, `–`, `*`, `/`) называются ***бинарными операциями***.
- Одна операция – условная (`?:`), получает на вход три операнда и является единственной ***тринарной операцией*** в C#.

# Базовые операции

| **Основные операции** | |
|---|---|
| *Выражение* | *Описание* |
| `x.y` | доступ к элементам типа |
| `f(x)` | вызов метода и делегата |
| `a[x]` | доступ к массиву и индексатору |
| `x++` | постфиксное приращение |
| `x--` | постфиксное уменьшение |
| `new T(...)` | создание объекта класса или делегата |
| `new T(...) {...}` | создание объекта с инициализацией |
| `new T[...]` | создание массива (см. раздел 3.5). |
| `typeof(T)` | получение объекта System.Type для T |
| `delegate {}` | анонимная функция (анонимный метод) |

# Унарные операции

| **Унарные операции** | |
|---|---|
| *Выражение* | *Описание* |
| `-x` | отрицательное значение |
| `!x` | логическое отрицание |
| `~x` | поразрядное отрицание |
| `++x` | префиксное приращение |
| `--x` | префиксное уменьшение |
| `(T)x` | явное преобразование x в тип T (кастинг) |

# Бинарные операции

| **Мультипликативные операции** | | **Аддитивные операции** | |
|---|---|---|---|
| *Выражение* | *Описание* | *Выражение* | *Описание* |
| `*` | умножение | `x + y` | сложение, объединение строк |
| `/` | деление | `x - y` | вычитание |
| `%` | остаток | | |
| **Операции сдвига** | | **Операции равенства** | |
| *Выражение* | *Описание* | *Выражение* | *Описание* |
| `x << y` | сдвиг влево | `x == y` | равно |
| `x >> y` | сдвиг вправо | `x != y` | не равно |

# Бинарные операции (продолжение)

| **Операции отношения и типа** | |
|---|---|
| *Выражение* | *Описание* |
| `x < y` | меньше |
| `x > y` | больше |
| `x <= y` | меньше или равно |
| `x >= y` | больше или равно |
| `x is T` | возвращает значение true, если x относится к типу T, в противном случае возвращает значение false |
| `x as T` | возвращает x типа T или нулевое значение, если x не относится к типу T |
| **Операции назначения и анонимные операции** | |
| *Выражение* | *Описание* |
| `=` | присваивание |
| `x op= y` | составные операции присвоения:<br>+=, -=, *=, /=, %=, &=, \|=, !=, <<=, >>= |

# Логические и условные операции

| **Логические, условные операции и Null-операции** | | |
|---|---|---|
| *Категория* | *Выражение* | *Описание* |
| Логическое AND | `x & y` | целочисленное поразрядное AND, логическое AND |
| Логическое исключающее XOR | `x ^ y` | целочисленное поразрядное исключающее XOR, логическое исключающее XOR |
| Логическое OR | `x \| y` | целочисленное поразрядное OR, логическое OR |
| Условное AND | `x && y` | вычисляет y только если x имеет значение true |
| Условное OR | `x \|\| y` | вычисляет y только если x имеет значение false |
| Объединение нулей | `x ?? y` | равно y, если x = null, в противном случае равно x |
| Условное | `x ? y:z` | равно y, если x имеет значение true, z если x имеет значение false |

# Приоритеты операций языка C#

| *Приоритет* | **Категория** | **Операции** | **Ассоциативность** |
|---|---|---|---|
| 0 | Первичные | `(expr) x.y f(x) a[x] x++ x- new sizeof(t) typeof(t)` | Слева направо |
| 1 | Унарные | `+ - ! ~ ++x --x (T)x` | Слева направо |
| 2 | Мультипликативные (Умножение) | `* / %` | Слева направо |
| 3 | Аддитивные (Сложение) | `+ -` | Слева направо |
| 4 | Сдвиг | `<< >>` | Слева направо |
| 5 | Отношения, проверка типов | `< > <= >= is as` | Слева направо |
| 6 | Эквивалентность | `== !=` | Слева направо |
| 7 | Логическое | `&` | Слева направо |
| 8 | Логическое исключающее ИЛИ (XOR) | `^` | Слева направо |
| 9 | Логическое ИЛИ (OR) | `\|` | Слева направо |
| 10 | Условное И | `&&` | Слева направо |
| 11 | Условное ИЛИ | `\|\|` | Слева направо |
| 12 | Условное выражение | `? :` | Справа налево |
| 13 | Присваивание | `= *= /= %= += -= <<= >>= &= ^= \|=` | Справа налево |

# Пояснение приоритета операций

- Вычисление *выражений* начинается с выполнения операций высшего *приоритета*.
  - Например: первым делом вычисляются *выражения* в круглых скобках – (expr), определяются значения полей объекта – x.y, вычисляются функции – f(x), переменные с индексами – a[i].

- Можно заключать выражения в скобки для принудительного вычисления некоторых частей выражения раньше других.

# Пример

- Выражение “2 + 3 * 2” в обычном случае будет иметь значение 8, поскольку операции умножения выполняются раньше операций сложения.
- Результатом вычисления выражения “(2 + 3) * 2” будет число 10, поскольку компилятор C# получит данные о том, что операцию сложения (+) нужно вычислить до выполнения операции умножения (*).

# Ассоциативность операций

- Если есть несколько операций с одинаковым приоритетом, то они вычисляются в соответствии с их ассоциативностью.
- Операции с *левой ассоциативностью* вычисляются слева направо.
  - Например, x * y / z вычисляется как (x * y) / z.
- Операции с правой ассоциативностью вычисляются справа налево.
  - Операции присваивания и третичная операция (?:) имеют правую ассоциативность.
- Операции с левой ассоциативностью вычисляются слева направо.
  - Все другие двоичные операции имеют левую ассоциативность.

# Перегрузкой операций

- Порядок выполнения операций с объектами пользовательских классов и структур можно изменить.
- Такой процесс называется ***перегрузкой операций***.

# Тип результата операции

- Тип результата операции зависит от типов участвующих в операции операндов.
- Типом арифметической операции является наиболее сложный тип операнда. Значение другого операнда преобразуется к более сложному типу.
- Наименее сложный тип byte, наиболее сложный decimal.

```
int a=5;
double d=2.6;
a * d // тип результата double
a / 2 // тип результата int
```

# Тип результата операции (2)

- Типом результата операции присваивания является тип левого операнда (переменной, которой присваивается значение).

```
int n;
n = a * d // тип результата int
```

- Тип операций отношения является bool.

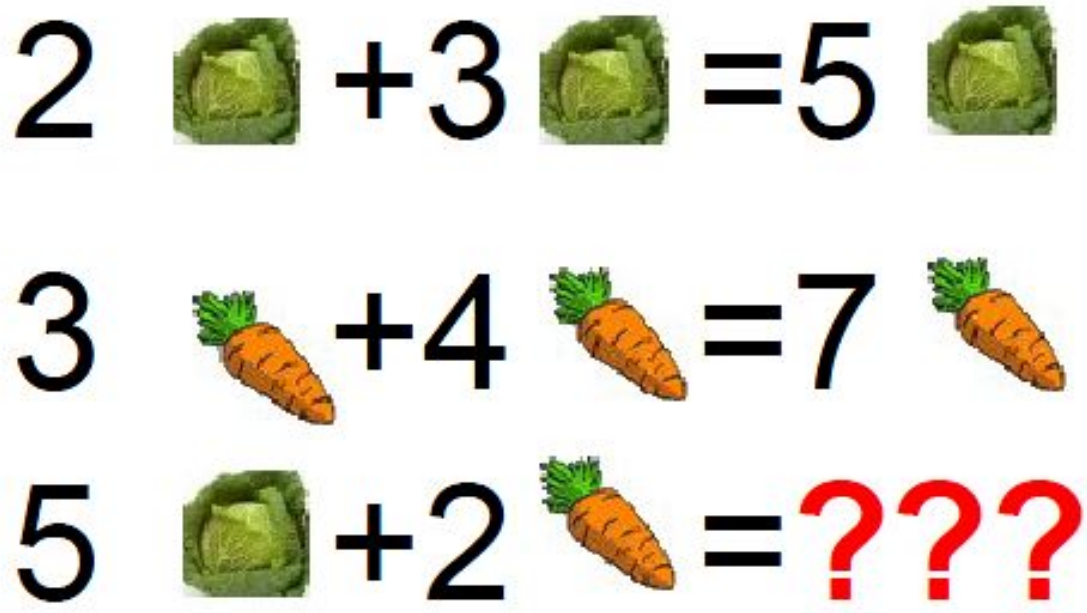
```
a > 5 // тип результата bool
```

- Тип логических операций является bool.

```
bool b = true, c = false;
b && c // тип результата bool
```

# Зачем нужны типы данных?

Чтобы гарантировать осмысленность выполняемых операций:



# Преобразование типов

- **Неявное преобразование** (implicit conversion) – выполняется автоматически.

- **Явное преобразование** (explicit conversion) – выполняется по заданию программиста.

# Неявное преобразование типов (implicit conversion)

- К ***неявным*** относятся преобразования, результат выполнения которых всегда успешен и не приводит к потере точности данных.
- *Неявные преобразования* выполняются автоматически.
  - Если на диаграмме есть переход из типа A в тип B то, выполняется неявное преобразование типов
  - Если нет неявного преобразования то выдается исключение

    “Cannot implicitly convert type 'int?' to 'int'. An explicit conversion exists (are you missing a cast?)”

# Явное преобразование типов (explicit conversion)

- К ***явным*** относятся разрешенные преобразования, выполнение которых не гарантируется или может привести к потере точности.
- Два способа явного преобразования:
  - Использование операции приведения типов (cast)

    ```
    int i = (int) f; // с обрезанием дробной части
    ```

  - Использование стандартного класса Convert

    ```
    int i = Convert.ToInt32(f); // с округлением до ближайшего целого
    ```

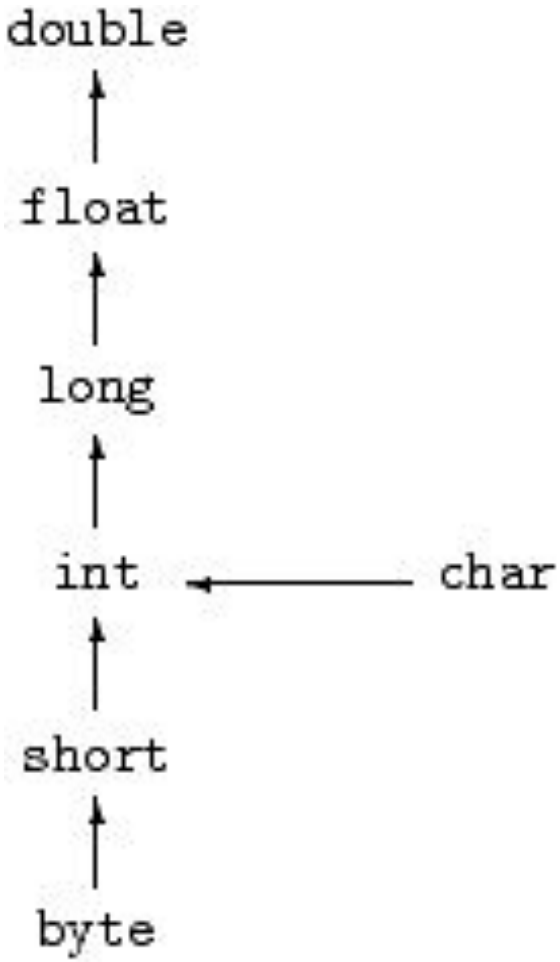
# Неявное и явное преобразование

```
// Error: no conversion from int to short
int x=5, y=6;
short z = x + y;

int a = 5;
float b = 1.5F;
b = a;

// нужно явное преобразование (кастинг)
a = (int)b;
```

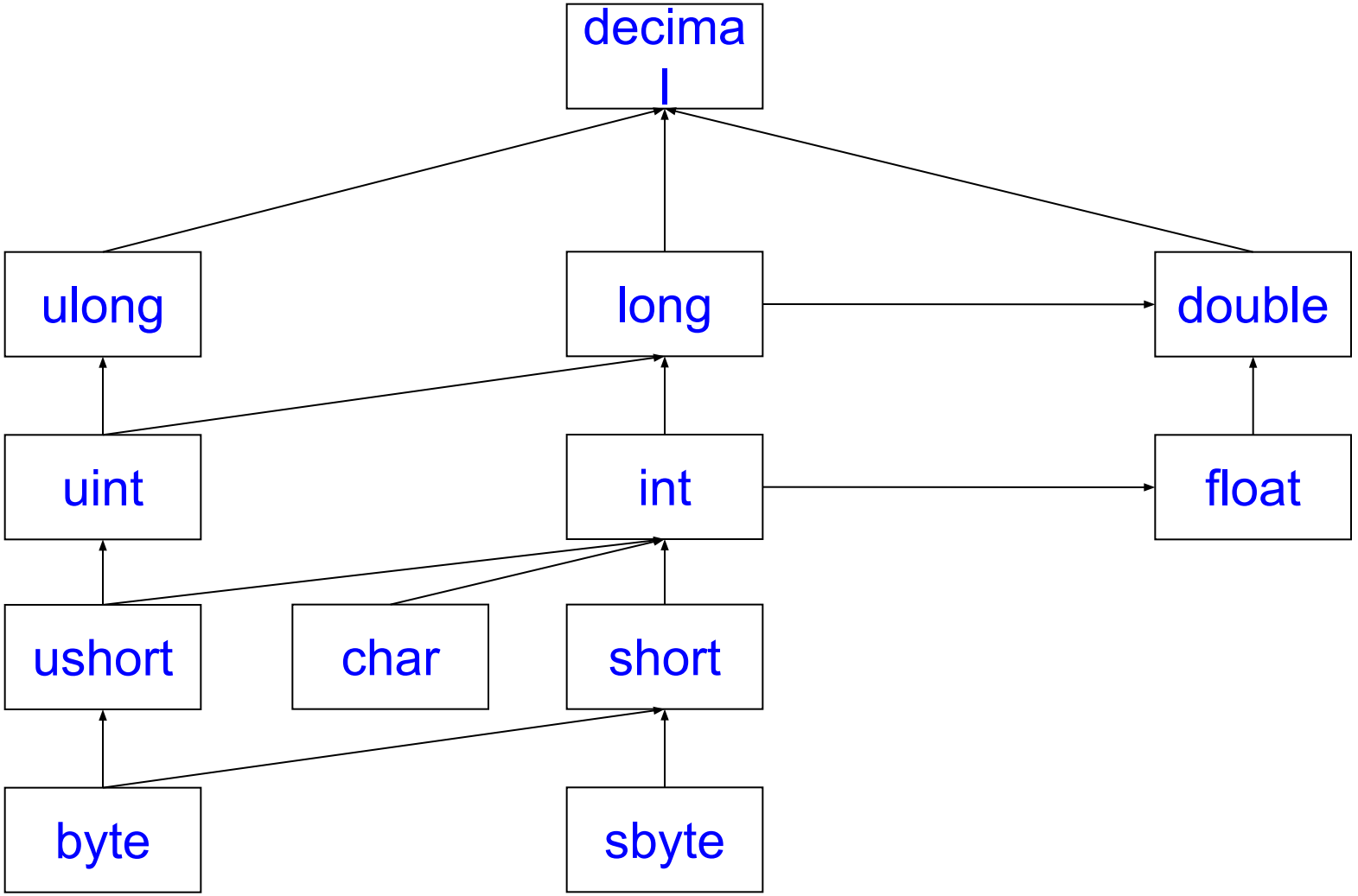
# Неявное преобразование типов на языке Java

- char c='X';
- int code=c;
- System.out.println(code);

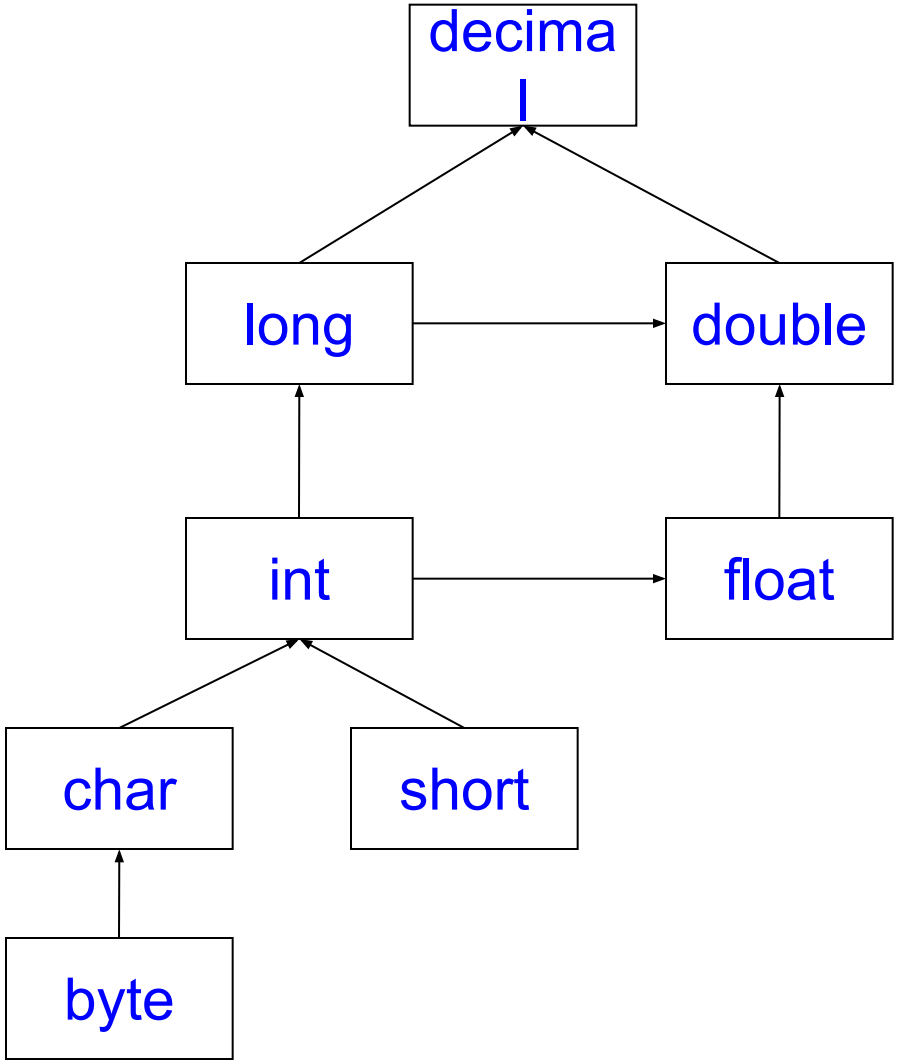
- Ответ: 88 (ASCII code of X)



# Схема неявного приведение встроенных типов



# Схема неявного приведение встроенных типов (упрощенная)



# Применение диаграммы

- Если на диаграмме задан путь (стрелками) от типа A к типу B, то это означает, что возможно *неявно преобразовать* из типа A в тип B.
  - Например из short в float
- Все остальные преобразования между подтипами арифметического типа существуют, но являются *явными*.
  - Например из float в int

# Пример приведения встроенных типов

```
bool c1 = true;
int d = c1;   // Error!  Cannot implicitly convert type 'bool' to 'int’
d = (int) c1; // Error! Cannot convert type 'bool' to 'int’

int a = 5;
float f = 1.9; // Error! Literal of type double cannot be implicitly
            // converted to type 'float'; use an 'F' //suffix to create a literal
                    // of this type

float b = 1.9;
a = (int)b;   // a = 1 – отбрасывается дробная часть
b = a;        // b = 1.0

decimal d = 2;
d = (decimal)b;
d = a;
```

# Явное преобразование типа

- Для указания явного преобразования типов используется операция ***приведения к типу*** (***кастинг***), которая имеет высший *приоритет* и следующий вид:

  (type) <выражение>
- Она задает явное преобразование типа, определенного *выражением*, к типу, указанному в скобках. Например: int i  = (int) 2.99; // i  = 2;
- Если описаны пользовательские типы T и P, и для типа T описано явное преобразование в тип P, то возможна следующая запись:

```
T y;
P x = new P();
y = (T) x;
```

- Следует отметить, что существуют явные преобразования внутри арифметического типа, но не существует, например, явного преобразования арифметического типа в тип bool.
- Например:

```
double a = 5.0;
int p = (int)a;
//bool b = (bool)a; // ошибка!!!
```

- В данном примере явное преобразование из типа double в тип int выполняется, а преобразование double в тип bool приводит к ошибке, потому и закомментировано.

# Преобразование типов с помощью класса Convert

- Можно задать явным образом требуемое преобразование, используя специальные методы преобразования, определенные в классе System.Convert, которые обеспечивают преобразование значения одного типа к значению другого типа (в том числе значения строкового типа к значениям встроенных типов).
- *Класс Convert* содержит 15 статических *методов* вида To<Type> (ToBoolean(),...ToUInt64());

```
string s1 = Console.ReadLine();
int ux = Convert.ToUInt32(s1);
```

- Все *методы* To<Type> *класса Convert* перегружены и каждый из них имеет, как правило, более десятка реализаций с аргументами разного типа.

- Преобразование вещественного к целому типу выполняется с округлением

```
float  b = 1.5;
a = Convert.ToInt32(b); // a=2
```

- Есть преобразование логического к целому типу

```
bool  b = true;
a = Convert.ToInt32(b); // a=1
```

# Пример преобразования типов

```
System.Single f = 0.5F;
float b = f;
int a;
a = (int)f; // с обрезанием дробной части
a = Convert.ToInt32(f); // с округлением
string s = "123";
 // a = (int)s;
 a = Convert.ToInt32(s);
```

# Преобразование типов из строк с помощью метода Parse()

- У всех типов есть статический метод Parse(), который выполняет преобразование строки текста в соответствующий формат.
- Для проверки возможности преобразования использовать метод bool TryParse(x), он возвращает true, если можно преобразовать иначе false

```
static void ParseFromStrings()
{
Console.WriteLine("=> Data type parsing:");
bool b = bool.Parse("True");
Console.WriteLine("Value of b: {0}", b);
double d = double.Parse("99.884");
Console.WriteLine("Value of d: {0}", d);
int i = int.Parse("8");
Console.WriteLine("Value of i: {0}", i);
char c = Char.Parse("w");
Console.WriteLine("Value of c: {0}", c);
Console.WriteLine();
}
```

# Операция присваивания

- В C# присваивание является операцией, которая может использоваться в выражениях. В выражении, называемом множественным *присваиванием*, списку переменных присваивается одно и то же значение.
  - Например: x = y = z = w =(u+v+w)/(u-v-w);
- При присвоении переменных разного типа выполняется преобразование типа правого операнда к типу левого операнда.
- Т.е. компилятор пытается выполнить преобразование типа переменной стоящей справа в тип переменной, стоящей слева.

- Присваивание переменной стоящей слева (тип T) значения переменной или результата вычисления выражения (типа T1) возможно только в следующих случаях:
  1. типы T и T1 совпадают;
  2. тип T является базовым (родительским) типом для типа T1 (в соответствии с наследованием типов);
  3. в определении типа T1 описано явное или неявное преобразование в тип T.
- Так как все классы в языке C# – встроенные и определенные пользователем – по определению являются потомками класса Object, то отсюда и следует, что переменным класса Object можно присваивать выражения любого типа.

# Специальные варианты присваивания

В языке C# для двух частных случаев *присваивания* предложен специальный синтаксис:

1. для *присваиваний* вида x=x+1; (переменная увеличивается или уменьшается на единицу), используются специальные ***префиксные*** и ***постфиксные*** операции "++" и "--".
2. для присваивания вида:

   X = X <operator> (выражение); например: x = x * 2;

   – Для таких присваиваний используется краткая форма записи: X <operator>= expression; например: x *= 2;

# Арифметические операции

- В языке C# имеются обычные для всех языков *арифметические операции* – "+, -, *, /, %". Все они перегружены.
- Операции "+" и "-" могут быть унарными и бинарными.
- Операция деления "/" над целыми типами осуществляет деление нацело, для типов с плавающей и фиксированной точкой – обычное деление.
- Операция "%" определена над всеми арифметическими типами и возвращает остаток от деления нацело.

```
int a = 10;
int e = 4;
a %= e; // или a = a % e; - результат 2
```

- ***Результат выполнения выражения всегда имеет тип.***
- ***Тип результата зависит от типов операндов выражения: самый сложный тип задает тип результата выражения.***

# Пример вычислений с различными арифметическими типами

```
public void Sample()
{
   int n = 7, m =3, p, q;
   p= n/m; q= p*m + n%m;
   if (q == n) Console.WriteLine("q = n");
   else Console.WriteLine("q!=n");
   double x=7.2 , y =3, u,v,w;
   u = x/y;      // 2.4
   v= u*y;      //  7.1999999999999993
   w= x % y; // 1.2
   if (v == x) // false
      Console.WriteLine("v = x");
   else
      Console.WriteLine("v!=x");
   decimal d1=7M, d2 =3, d3,d4,d5;
   d3 = d1/d2; // 2.3333333333333333333333
   d4= d3*d2; // 6.9999999999999999999999
   d5= d1%d2; // 1.0
   if (d4 == d1) // false
      Console.WriteLine("d4 = d1");
   else
      Console.WriteLine("d4!=d1");
}
```

```
// небольшое изменение
decimal d1 = 7.2M, d2 = 3, d3, d4, d5;
d3 = d1 / d2;     // 2.4
d4 = d3 * d2;    // 7.2
d5 = d1 % d2;    // 1.2
 if (d4 == d1)      // true
     Console.WriteLine("d4=d1");
 else
     Console.WriteLine("d4!=d1");
```

# Операции инкрементации и декрементации

- Операции *инкрементации* (увеличение на единицу) и *декрементации* (уменьшение на единицу) могут быть
  - префиксными (стоять перед переменной) и
  - постфиксными (стоять после переменной).
- К высшему *приоритету* относятся постфиксные операции x++ и x--. Префиксные операции имеют на единицу меньший *приоритет*.
- Результатом выполнения, как префиксных, так и постфиксных операций, является увеличение (++) или уменьшение (--) значения переменной на единицу.
- Для префиксных (++x, --x) операций результатом их выполнения является измененное значение x, постфиксные операции возвращают в качестве результата значение x до изменения. Например:

```
int n1, n2, n = 5;
n1 = n++; // n1 = 5; n = 6;
n2 = ++n; // n2 = 7; n = 7;
```

# Операции отношения

- *Операции отношения* используются для сравнения значений переменных и констант.
- Всего имеется 6 операций отношения: ==, !=, <, >, <=, >=.
- Следует обратить внимание на запись операции
  - "равно" – ‘==’ (два знака присвоить =) и
  - "не равно" – ‘!=’.
- При сравнении ссылочных переменных сравниваются не сами объекты, а ссылки на объекты, если операция сравнения не переопределена.

# Логические операции

- В языке C# *логические операции* делятся на две категории:
  - над логическими значениями операндов,
  - над битами операндов.
- По этой причине в C# существуют две унарные операции отрицания
  - логическое отрицание, заданное операцией "!", определена над операндом типа bool,
  - побитовое отрицание, заданное операцией "~", определена над операндом целочисленного типа, начиная с типа int и выше (int, uint, long, ulong).
- Результатом операции "~" является операнд, в котором каждый бит заменен его дополнением (0 на 1 и 1 на 0).

# Пример логических операций

- Рассмотрим пример:

```
//операции отрицания ~,!
bool b1,b2;
b1 = 2*2==4; b2 =!b1; // b1 = true; b2 = false;
//b2= ~b1; // ошибка !
uint j1 =7, j2;
j2= ~j1; // j2 = 4294967288
//j2 = !j1; // ошибка !
int j4 = 7, j5;
j5 = ~j4;  // j5 = -8
```

- В этом фрагменте закомментированы операторы, приводящие к ошибкам.
- В первом случае была сделана попытка применения операции побитового отрицания к *выражению* типа bool, во втором – логическое отрицание применялось к целочисленным данным.
- Обратите внимание на разную интерпретацию побитового отрицания для беззнаковых и знаковых целочисленных типов. Для переменных j5 и j2 строка битов, задающая значение – одна и та же, но интерпретируется по-разному.

# Бинарные логические операции

- Операции && и || определены только над данными типа bool:
  - && – условное **И** (результат true, если оба операнда имеют значение true);
  - || – условное **ИЛИ** (результат true, если хотя бы один операнд имеет значение true);
- Операции && и || называются условными (или краткими), поскольку, будет ли вычисляться второй операнд, зависит от уже вычисленного значения первого операнда.
  - в операции &&, если первый операнд равен значению false, то второй операнд не вычисляется и результат операции равен false.
  - в операции ||, если первый операнд равен значению true, то второй операнд не вычисляется и результат операции равен true.
- Такое свойство *логических операций* позволяет вычислить *логическое выражение*, имеющее смысл, но в котором второй операнд не определен.

# Пример логических операций

- Например, рассмотрим задачу поиска элемента массива. Заданный элемент в массиве может быть, а может и не быть.

```
//Условное And – &&
int[] ar= {1,2,3};
int search = 7, i = 0;
// search – заданное значение
while ((i < ar.Length) && (ar[i]!= search)) i++;
if(i < ar.Length)
   Console.WriteLine("Значение найдено");
else
   Console.WriteLine("Значение не найдено");
```

- Второй операнд не определен в последней проверке, поскольку индекс элемента массива выходит за допустимые пределы (в C# индексация элементов начинается с нуля). Отметим, что "нормальная" конъюнкция требует вычисления обеих операндов, поэтому ее применение в данной программе приводило бы к формированию исключения в случае, когда образца нет в массиве.

# Побитовые операции

- Три бинарные побитовые операции:
  - & – AND (если значения двух бит = 1, то и результирующий бит =1);
  - | – OR (если значения хотя бы одного бита = 1, то и результирующий бит =1);
  - ^ – XOR (исключа́ющее ИЛИ) могут использоваться как с целыми типами выше int, так и с булевыми типами. В первом случае они используются как побитовые операции, во втором – как обычные *логические операции*.

$a = 01100101_2$

$b = 00101001_2$

тогда

$a \wedge b = 01001100_2$

- Иногда необходимо, чтобы оба операнда вычислялись в любом случае, тогда без этих операций не обойтись. Вот пример первого их использования:

```
//Логические побитовые операции And, Or, XOR (&,|,^)
int k2 = 7, k3 = 5, k4, k5, k6;
k4 = k2 & k3; k5 = k2 | k3; k6 = k2^k3;
```

# Таблицы истинности

- a и b типа bool:

| a | b | a && b |
|---|---|---|
| false | false | false |
| false | true | false |
| true | false | false |
| true | true | true |

| a | b | a \|\| b |
|---|---|---|
| false | false | false |
| false | true | true |
| true | false | true |
| true | true | true |

| a | b | a ^ b |
|---|---|---|
| false | false | false |
| false | true | true |
| true | false | true |
| true | true | false |

- a и b типа int:

| a | b | a & b |
|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 |

| a | b | a \| b |
|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 1 |

| a | b | a ^ b |
|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 0 |

# Условная операция

- В C# имеется *условный операция:*
  (условие) ? <выражение1>:<выражение1>;
- Условием является *выражение* типа bool.
- Если условие истинно, то выбирается значение *<выражение1>*, в противном случае результатом является значение *<выражение2>*.
- Например:

```
int a = 7, b = 9, max;
max = (a>b) ? a:b; // max получит значение 9.
```