

СИСТЕМА ТИПОВ

Единая система типов C# (и .NET)

- Common Type System (CTS) – спецификации Microsoft, описывающие определение типов и их поведение
- Common Language Specification (CLS) – подмножество типов CTS, которые могут быть использованы в коде с разными языками программирования

Единая система типов является основой межъязыкового взаимодействия

- ✓ Единая система типов для C#, Visual Basic, JScript, Pascal, J#, C++
- ✓ Единая библиотека базовых классов
- ✓ Межъязыковое наследование
- ✓ Межъязыковая обработка исключений
- ✓ Переход при отладке между модулями на разных языках

Ссылочные типы и типы-значения

	Value Types	Reference Types
Переменная содержит...	...значение	...ссылку на значение
Значение хранится в стеке	...динамической памяти (managed heap)
Инициализируется	0, false, '\0'	null
При присваивании...	...копируется значение	...копируется ссылка

Ссылочные типы и типы-значения

```
struct S {...};
```

```
int i = 3;
```

```
S s1 = new S();
```

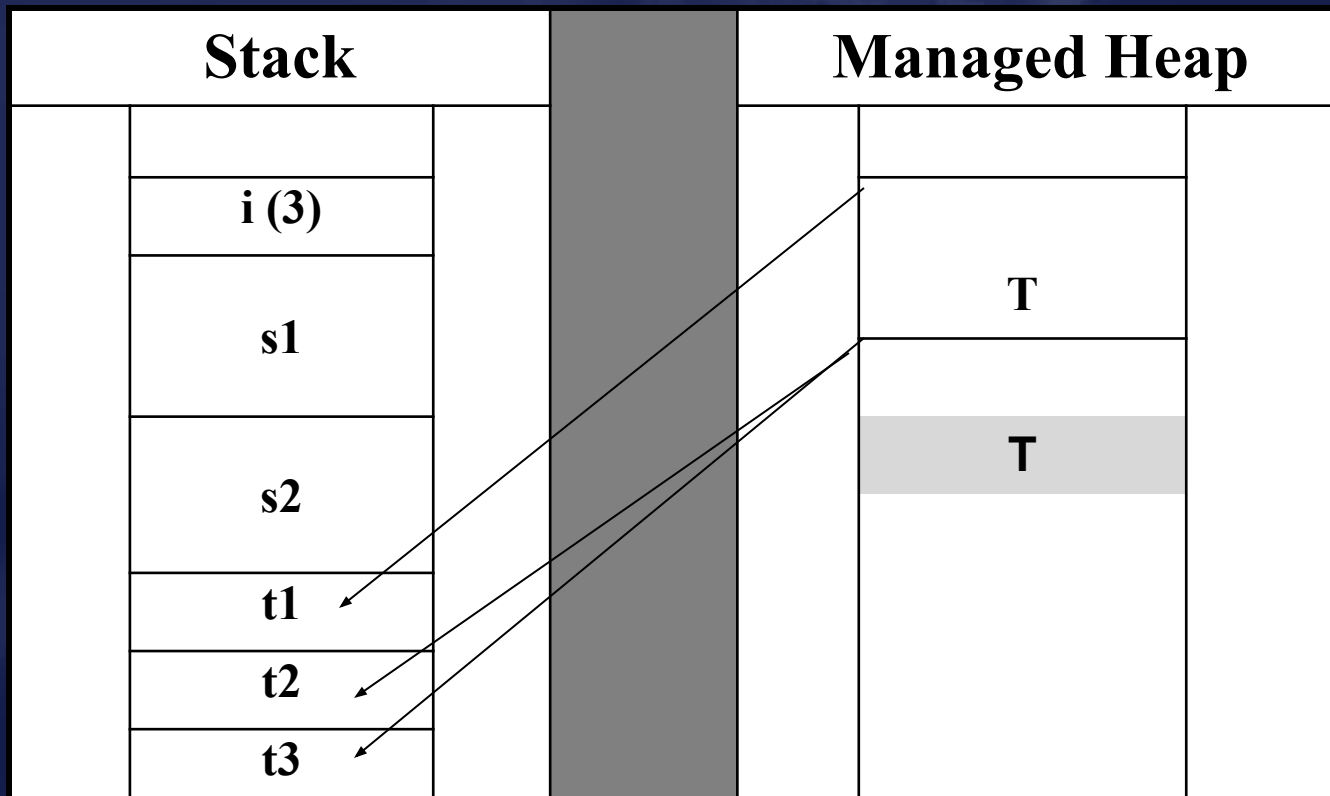
```
S s2 = s1;
```

```
class T {...};
```

```
T t1 = new T();
```

```
T t2 = new T();
```

```
T t3 = t2;
```



Встроенные типы-значения

C#	CLS	Тип CTS	Длина
sbyte	нет	System.Sbyte	8 бит
byte	+	System.Byte	8 бит
short	+	System.Int16	16 бит
ushort	нет	System.UInt16	16 бит
int	+	System.Int32	32 бит
uint	нет	System.UInt32	32 бит
long	+	System.Int64	64 бит
ulong	нет	System.UInt64	64 бит
char	+	System.Char	16 бит
float	+	System.Single	32 бит
double	+	System.Double	64 бит
bool	+	System.Boolean	8? бит
decimal	+	System.Decimal	128 бит

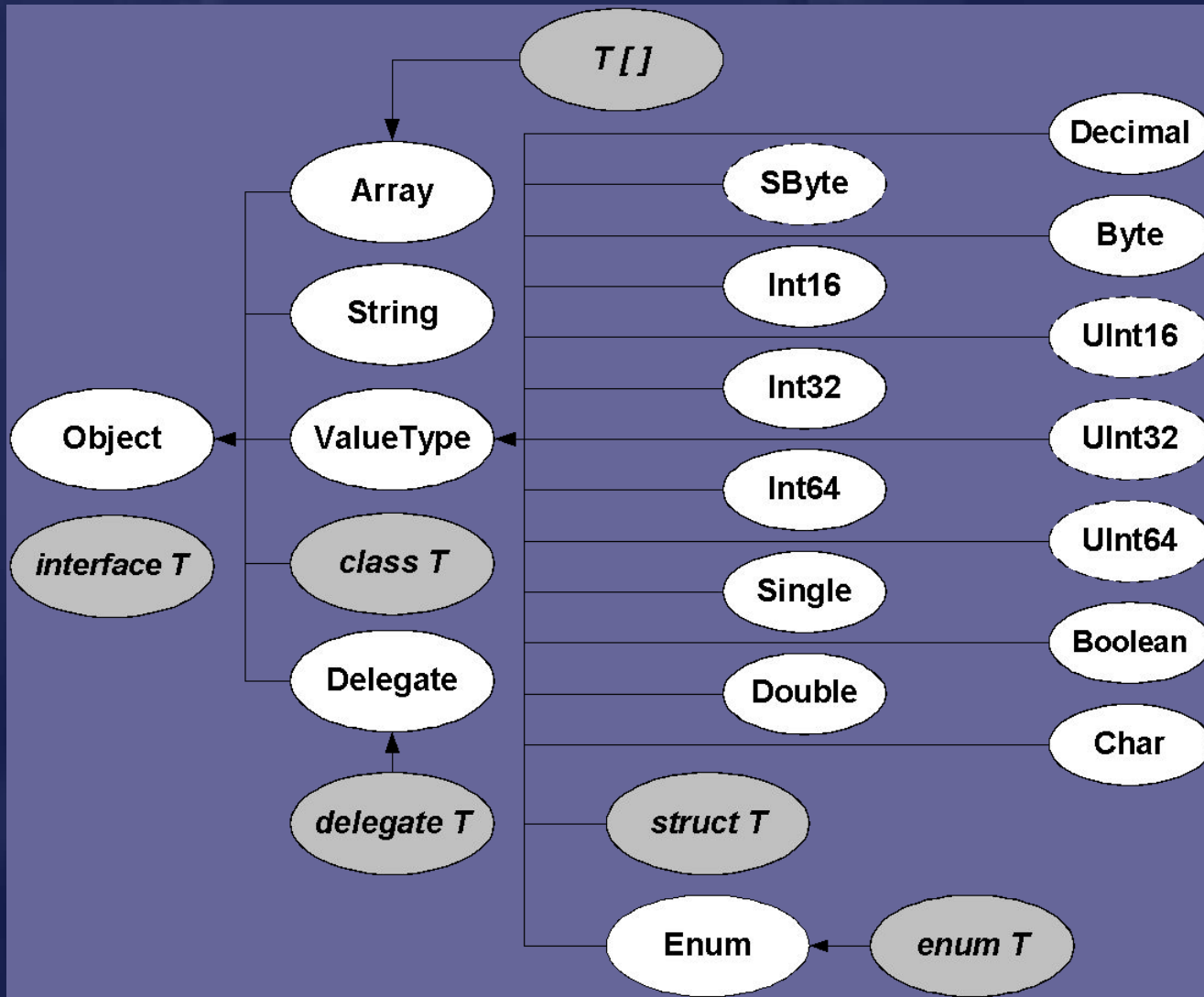
Класс Object - самый базовый класс

```
class Object
{...
public virtual string ToString();
public virtual bool Equals(object obj);
public static bool Equals( object objA, object objB );
public static bool ReferenceEquals( object objA, object objB );

public virtual int GetHashCode();
public Type GetType();
...
}
```

- ✓ Методы класса object могут быть вызваны для объектов любого типа
- ✓ Переменной типа object может быть присвоено значение любого типа

Система типов CLR



Упаковка(boxing) и распаковка(unboxing) -1

- ✓ Упаковка (boxing) - преобразование размерного типа (value type) в ссылочный.
- ✓ Упаковка обычно выполняется при передаче объекта размерного типа (value type) как значение для параметра, имеющего тип object.

```
int x = 5;  
object obj = x;           // Явная упаковка  
string s = x.ToString(); // Неявная упаковка  
s = (123.56).ToString();  
int res = (int)obj;       // Распаковка
```

Упаковка(boxing) и распаковка(unboxing) -2

- ✓ При упаковке
 - в управляемой куче выделяется память для объекта;
 - поля объекта копируются в выделенную память в управляемой куче.
- ✓ Распаковка состоит в получении указателя на поля данных исходного размерного типа в управляемой куче.
- ✓ При распаковке копирование полей не выполняется.

Упаковка и распаковка. Пример

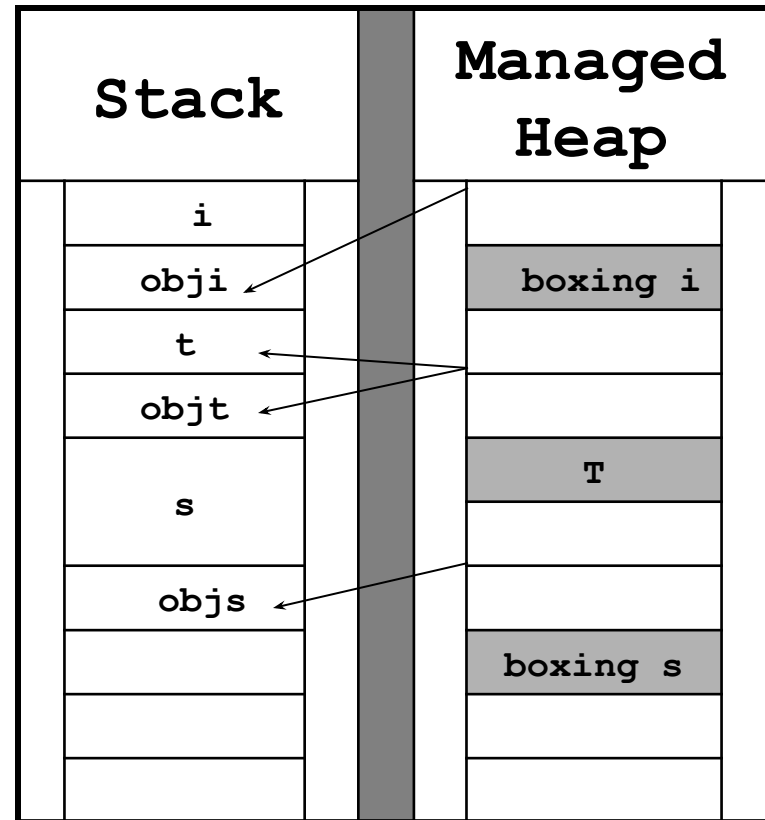
```
public class T
{
    public int x;
    public T(int x) { this.x = x; }
    public void SetValue ( int val ) { x = val;}
}

public struct S
{
    public int x;
    public S(int x) { this.x = x; }
    public void SetValue ( int val ) { x = val;}
}

public class Class1{
    static void Main(string[] args)
    {
        int i = 1;
        object obji = i;
        obji = 5;
        Console.WriteLine( " i = {0} obji = {1}", i, obji);
        // Output i = 1 obji = 5

        T t = new T(1);
        object objt = t;
        t.SetValue(2);
        ((T)objt).SetValue(5);
        Console.WriteLine( " t.x = {0} ((T)objt).x = {1}", t.x, ((T)objt).x);
        // Output t.x = 5 ((T)objt).x = 5

        S s = new S(1);
        object objs = s;
        s.SetValue(2);
        ((S)objs).SetValue(5);
        Console.WriteLine( " s.x = {0} ((S)objs).x = {1}", s.x, ((S)objs).x);
        // Output s.x = 2 ((S)objs).x = 1
    }
}
```



Арифметические типы

- ✓ Неявные преобразования арифметических типов разрешены, если это не приводит к потере информации

```
int iv = 10;  
long lv = iv;
```

- ✓ Явное преобразование может привести к потере информации

```
long lv = long.MaxValue;  
int iv = (int)lv;
```

Операторы checked и unchecked

- ✓ Только для целочисленных типов проверяется переполнение при выполнении операций

```
try
{
    int i0 = int.MaxValue;
    int i1 = i0 + 100;
    int i2 = checked(i0 + 100);
}
catch (OverflowException ex)
{
    Console.WriteLine("Try1:\n" + ex.Message );
}
```

Настройка компилятора:

Project / Properties...

Build / Advanced...

Check For Arithmetic Overflow / Underflow (true / false)

Вычисления с плавающей запятой

```
double d1 = 0;  
double d2 = 0;  
double res = d1 / d2;  
Console.WriteLine("d1 = {0} d2 = {1} res = {2}", d1, d2, res);
```

```
double d0 = 0;  
d1 = -1.0;  
d2 = 1.0;  
  
double res1 = d1 / d0;  
Console.WriteLine("d1 = {0} d0 = {1} res1 = {2}", d1, d0, res1);  
double res2 = d2 / d0;  
Console.WriteLine("d2 = {0} d0 = {1} res2 = {2}", d2, d0, res2);  
  
res = res1 + res2;  
Console.WriteLine("res1 = {0} res2 = {1} res = {2}", res1, res2, res);
```

```
double d3 = double.PositiveInfinity;  
res1 = d3 + 1.23;  
res2 = d3 * 0;  
Console.WriteLine("d3 = {0} res1 = {1} res2 = {2}", d3, res1, res2);
```

```
double d4 = double.NaN;  
res1 = d4 * 0;  
res2 = d4 / double.PositiveInfinity;  
Console.WriteLine("d4 = {0} res1 = {1} res2 = {2}", d4, res1, res2);
```

Результат:

```
d1 = 0 d2 = 0 res = NaN  
d1 = -1 d0 = 0 res1 = -бесконечность  
d2 = 1 d0 = 0 res2 = бесконечность  
res1 = -бесконечность res2 = бесконечность res = NaN  
d3 = бесконечность res1 = бесконечность res2 = NaN  
d4 = NaN res1 = NaN res2 = NaN
```

Статический класс Convert

✓ Содержит методы для преобразования значений одного базового типа данных к другому базовому типу. В частности, в классе определены методы

```
public static int.ToInt32( string value );  
public static double.ToDouble( string value );  
public static int.ToInt32( double value ); // с округлением
```

✓ Методы бросают исключение, если преобразование невозможно.

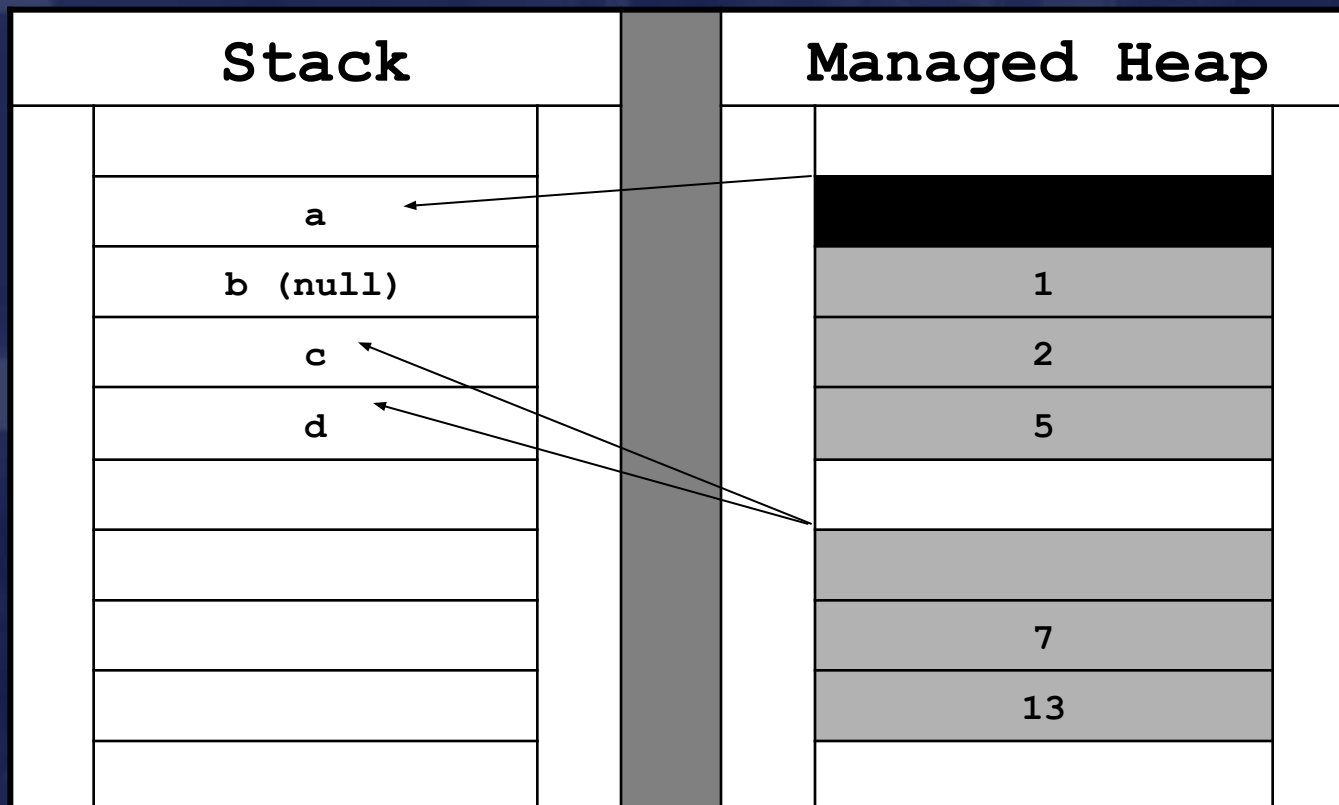
```
try {  
    double d1 = 1.5;  
    int i1 = Convert.ToInt32(d1);  
    Console.WriteLine(i1);           // 2  
  
    double d2 = 2.5;  
    int i2 = Convert.ToInt32(d2);  
    Console.WriteLine(i2);           // 2  
  
    double d3 = 1.234523452345;  
    float f1 = Convert.ToSingle(d3);  
    Console.WriteLine(f1);           // 1.234523  
  
    double d4 = double.MaxValue;  
    float f2 = Convert.ToSingle(d4);  
    Console.WriteLine(f2);           // бесконечность  
    int i3 = Convert.ToInt32(d4);    // исключение  
    Console.WriteLine(i3);  
}  
catch (Exception ex)  
{ Console.WriteLine(ex.Message); }
```


Массивы

- ✓ Ссылочный тип. Память всегда выделяется в управляемой куче.
- ✓ Абстрактный базовый класс `System.Array`.
- ✓ CLR поддерживает
 - Одномерные массивы
 - Многомерные массивы
 - Ступенчатые (jagged) массивы (не совместимы с CLS)

Одномерные массивы типов-значений

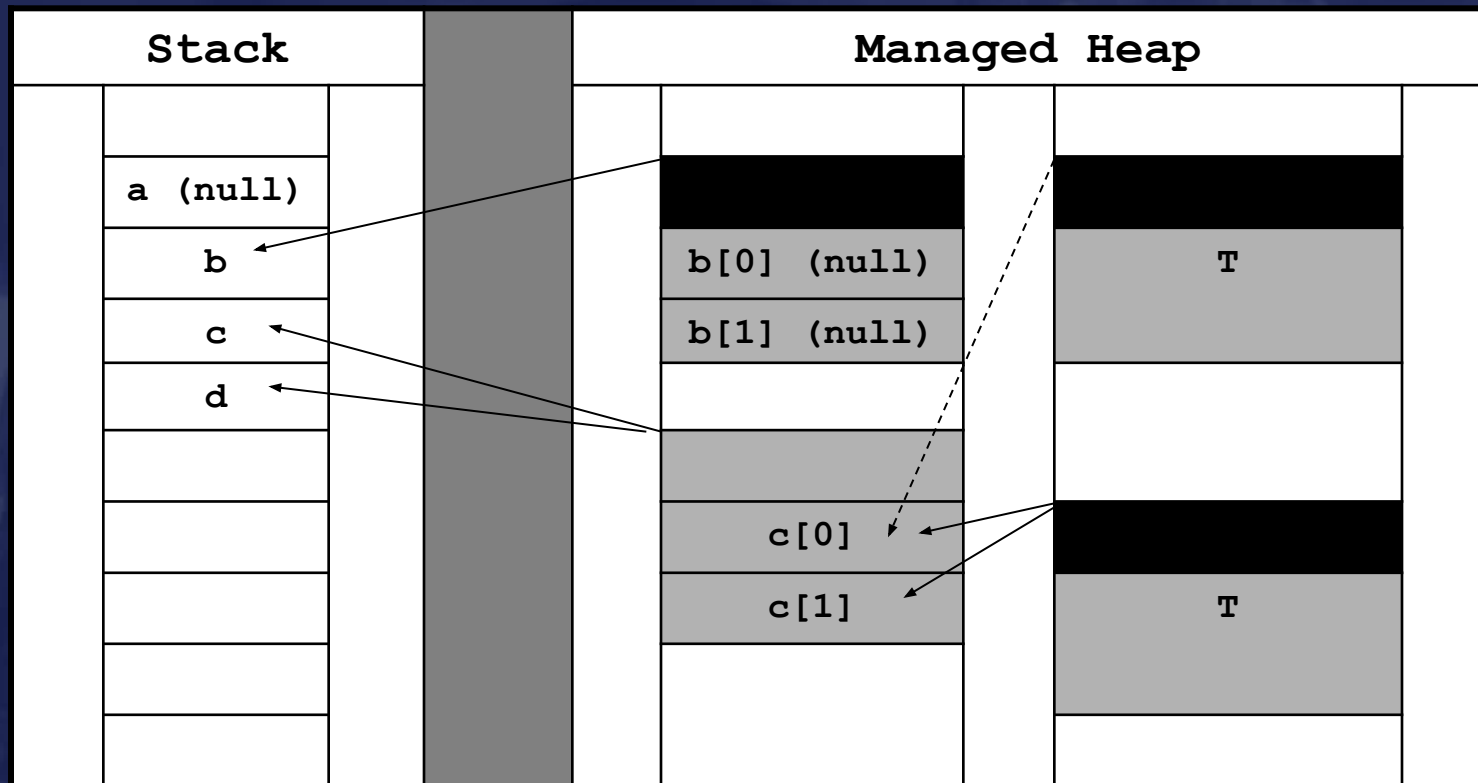
```
int[] a = new int[3] {1,2,5};  
int[] b; // b == null  
int[] c = { 7,13 };  
int[] d = c; // d и c - это один и тот же массив!
```



Одномерные массивы ссылочных типов

```
class T
{ ...
  T(int par1, int par2)
  {...}
  ...
}
```

```
T[] a;
T[] b = new T[2];
T[] c = new T[2] {new T(2,3), new T(12,5)};
c[0] = c[1];
T[] d = c;
```



Выход за границы массива

- ✓ В массивах C# всегда хранится информация о числе измерений массива и числе элементов в каждом измерении.
- ✓ В массивах C# проверяется выход индекса за границы массива.
- ✓ Отключить проверку выхода за границы массива можно только для массивов с элементами размерных типов, включив их в блок `unsafe` (требуется настройка компилятора).

Массивы нулевой длины

- ✓ Можно объявить массив нулевой длины. Массив не содержит элементов, но ссылка отлична от null .

```
try
{
    double[] arr1 = new double[0];
    Console.WriteLine(arr1.Length);

    double[] arr2 = null;
    Console.WriteLine(arr2.Length);
}
catch (Exception ex)
{
    Console.WriteLine(ex.Message);
}

// Вывод:
// 0
// Object reference not set to an instance of an object.
```

Инициализация элементов массива

Приведение типов

- ✓ По умолчанию при создании массива элементы размерных типов инициализируются нулевыми значениями, элементы ссылочных типов – значением null.
- ✓ Неявное преобразование массива типа $T1[]$ к массиву типа $T2[]$ возможно только, если
 - $T1$ и $T2$ – ссылочные типы
 - допустимо неявное преобразование $T1 \rightarrow T2$
 - массивы имеют одинаковую размерность
- ✓ Явное и неявное преобразование массивов с элементами размерных типов (value types) запрещено.

Некоторые методы класса Array

✓ Свойства для получения размеров массива

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

`a.Length` - число элементов в массиве

`a.Rank` - число измерений массива

`a.GetLength(int i)` - размер *i*-го измерения

✓ Копирование одномерного массива

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

```
int[] b = (int[])a.Clone(); // Копирует массив
```

Многомерные массивы

✓ Прямоугольные массивы

```
int[,] c = new int[2,3] { {1,2,3 }, {4,5,6} };  
c[1,2] = 10;  
// c.Length == 6  
// c.GetLength(0) == 2  
// c.GetLength(1) == 3  
// c.Rank == 2
```

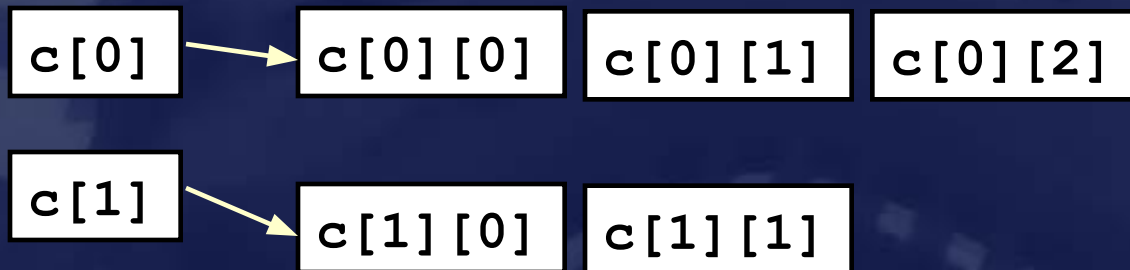
c[0,0]	c[0,1]	c[0,2]
c[1,0]	c[1,1]	c[1,2]

✓ Можно копировать при помощи Clone().

Многомерные ступенчатые (jagged) массивы (другие названия - вложенные, зубчатые, невыравненные)

```
int[][] c = new int[2][];  
c[0] = new int[3] { 0,1,2 };  
c[1] = new int[2] { 3,4 };  
...  
// c.Length == 2  
// c[0].Length == 3
```

- ✓ Разные строки могут иметь разную длину



- ✓ Будьте внимательны при работе с Clone().

Строки. Класс `System.String`

- ✓ Неизменяемые последовательности символов Unicode.
- ✓ В созданной строке нельзя изменить ни отдельные символы, ни длину. При операциях со строками создаются новые объекты, память для которых распределяется в управляемой куче.
- ✓ При компиляции исходного текста все литеральные строки размещаются в метаданных модуля в одном экземпляре (в хэш-таблице).
- ✓ Нелитеральные строки можно добавить в хэш-таблицу с помощью метода
`string string.Intern(string);`

Приемы работы со строками

- ✓ Возможен поэлементный доступ

```
string s = "Hello, World!";  
Console.WriteLine(s[0]);      // H  
foreach(char c in s) Console.WriteLine("{0}", c);
```

- ✓ Операция сложения определена как
конкатенация строк

```
string s1 = "Hello";  
string s2 = "World";  
string s3 = s1 + "," + s2 + "!";
```

Приемы работы со строками -2

- ✓ Статический метод `Concat` (9 перегрузок) выполняет объединение строк или строковых представлений объектов

```
public static string Concat ( params Object[] args ) ;
```

- ✓ Статический метод `Join` (2 перегрузки) выполняет объединение строк, вставляя строку-разделитель между элементами

```
public static string Join ( string separator, string[] value ) ;
```

- ✓ Статический метод `Format` (5 перегрузок) формирует строку с использованием строки форматирования

```
public static string Format(string format, params Object[] args) ;
```

Метод Split

- ✓ Метод Split (6 перегрузок) формирует из строки массив строк, используя как разделители заданные символы

```
public string[] Split ( params char[] separator );
```

✓ Пример

```
string str = "ab cd;abc; 1234";  
string[] sar1 = str.Split(';', ' ');  
foreach (string i in sar1) Console.WriteLine(i);  
  
char[] delim = {';'};  
string[] sar2 = str.Split(delim, 2);  
foreach (string i in sar2) Console.WriteLine(i);
```

Вывод:

```
ab  
cd  
abc
```

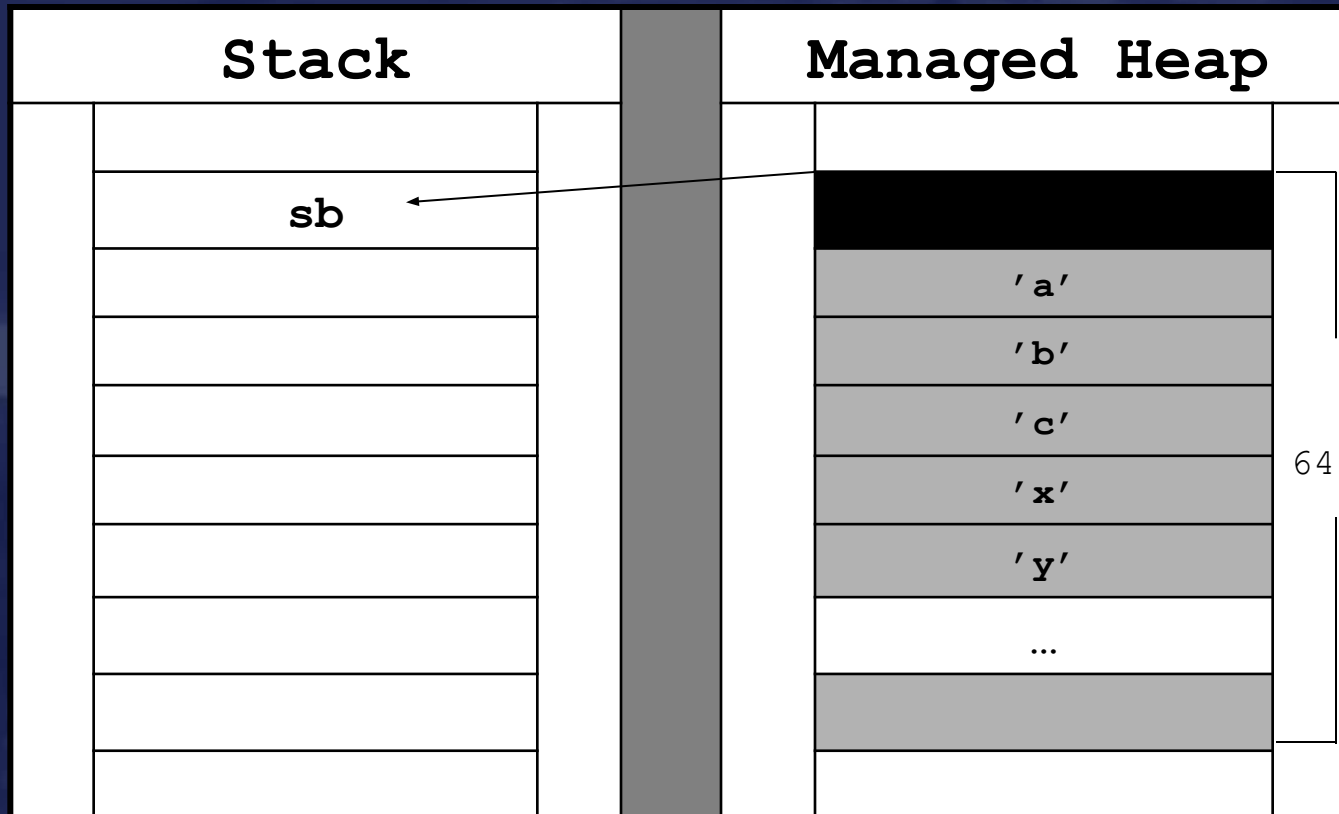
```
1234  
ab cd  
abc; 1234
```

Строки. Класс `System.Text.StringBuilder`

- ✓ Изменяемые последовательности символов Unicode.
- ✓ Строки можно модифицировать без перераспределения памяти.
- ✓ При создании объекта (6 Ctors) можно распределить память “с запасом”.
- ✓ Свойство `int Capacity { get; set;}`.

Класс System.Text.StringBuilder - 2

```
StringBuilder sb = new StringBuilder( "abc", 64);  
Console.WriteLine( "{0} {1} {2}",  sb, sb.Length, sb.Capacity); // abc 3 64  
sb.Append("xy");  
Console.WriteLine( "{0} {1} {2}",  sb, sb.Length, sb.Capacity); // abcxy 5 64  
string str = sb.ToString();
```



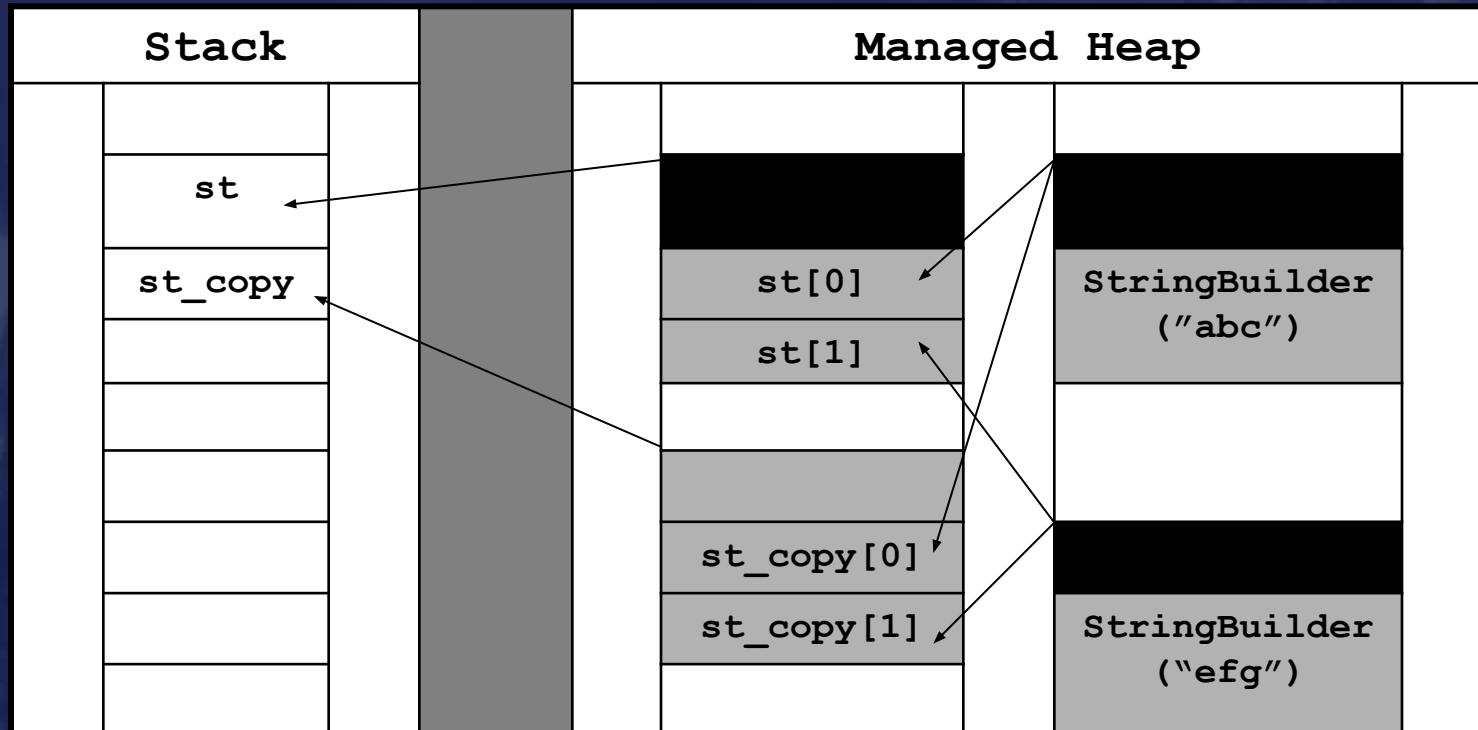
Пример Arrays_Demo

```
StringBuilder [] st = new StringBuilder[2] {new StringBuilder("abc"), new StringBuilder("efg")};
```

```
StringBuilder[] st_copy = (StringBuilder[]) st.Clone();  
st[1][2] = 'z';
```

```
Console.WriteLine("\nst");  
foreach(StringBuilder elem in st) Console.Write(" {0}",elem);           // abc efz
```

```
Console.WriteLine("\nst_copy");  
foreach(StringBuilder elem in st_copy) Console.Write(" {0}",elem);      // abc efz
```



Средства консольного ввода/вывода

- ✓ Для организации консольного ввода/вывода предназначены статические методы класса `System.Console`

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

- ✓ Методы `Write` и `WriteLine` определены как методы с переменным числом параметров

```
...  
Console.WriteLine("{0}, {1}{2}", "Hello", "World", "!");  
...
```

КОНСОЛЬНЫЙ ВВОД

- ✓ Ввод очередного символа и целой строки

```
int i = Console.Read();  
string str = Console.ReadLine();
```

- ✓ Преобразование введенной строки в число

```
string str = Console.ReadLine();  
int i = Int32.Parse(str);  
float f = float.Parse(str);  
double d = double.Parse(str);
```

- ✓ При передаче в качестве параметра неправильной строки бросается исключение.

Консольный вывод: форматирование

Общий вид строки форматирования

`{N,M:F<R>}`

Количество выводимых разрядов
Формат вывода
Ширина поля
Номер параметра (начинаются с нуля)

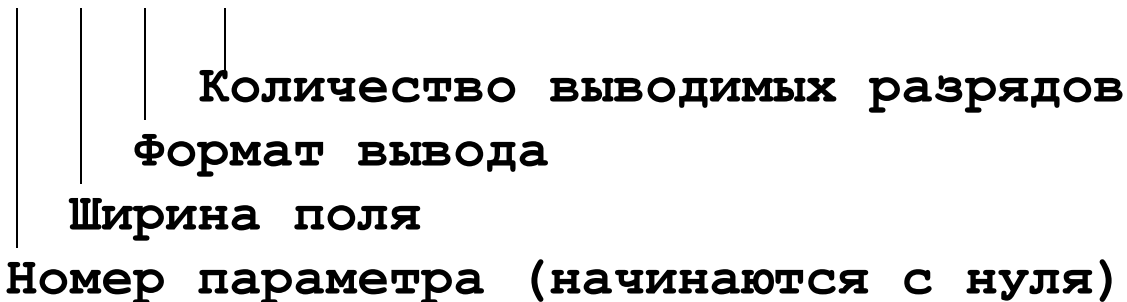
Форматы вывода

- C** - форматирование числа как денежной суммы
- D** - Целое число
- E** - Вещественное число в виде `1e+3`
- F** - Вещественное число в виде `123.456`
- G** - Вещественное число в наиболее компактном формате
- N** - Вещественное число в виде `123,456,789.5`
- X** - Целое число в шестнадцатеричном виде

Консольный вывод: форматирование. Пример

Общий вид строки форматирования

{N,M:F<R>}



```
double d = 1234.56789;
Console.WriteLine(d);
Console.WriteLine("{0,15:E} {1,15:F3}{2,15:G7}",d,d,d);
Console.WriteLine("{0,15:E1} {1,15:F5} {2,15:G9}",d,d,d);
Console.WriteLine("{0,5:E2} {1,5:F3} {2,5:G9}",d,d,d);
// Вывод:
// 1234,56789
//      1,234568E+003          1234,568          1234,568
//                1,2E+003      1234,56789      1234,56789
// 1,23E+003 1234,568 1234,56789
```