

# Экзамен АиП C Sharp

## C#

### 1. C#. Платформа .NET. Процесс выполнения программы.

**.NET** - это кроссплатформенный фреймворк от компании Microsoft, ранее известная как .NET Framework, когда она ещё была ориентированно только на ОС Windows. Она поддерживает множество языков, главный из которых **C#**, разработанный специально для неё.

Для выполнения кода в .NET служит **CLR** (Common Language Runtime, общезыковая исполняющая среда). Она выполняет **CIL** (Common Intermediate Language, байт-код) - специальный промежуточный язык, который представляет собой "высокоуровневый ассемблер" виртуальной машины .NET. В него компилируются программы, написанные на .NET совместимых языках, получаются исполняемые файлы в формате `exe` или `dll`. При выполнении программы происходит преобразование CIL кода в машинный код, так называемая **Just-In-Time (JIT)** компиляция. Производительность повышается за счёт того, что во время выполнения компилируется лишь часть кода, к которой происходит обращение.

### 2. C#. Структура программы. Пространство имен. Сборка.

#### Структура программы

Базовая структура программы на языке C# включает в себя главный класс и статическую функцию `Main`, принимающую в качестве параметра массив аргументов командной строки:

```
using System;
namespace program
{
    class Program
    {
        public static void Main(string[] args)
        {

        }
    }
}
```

В новых версиях появилась поддержка операторов верхнего уровня, что позволяет писать код программы не в функции `Main`, а сразу в файле, главный класс и функция `Main` тогда создаются автоматически.

Также каждый проект включает файл проекта с расширением **.csproj**, который содержит описание свойств проекта.

#### Пространства имён

Пространства имён (в примере выше - `program`) используются для объединения кода в логические блоки и предотвращения конфликтов имён. Пространство имён объявляется с помощью специального ключевого слова и последующего блока кода: `namespace <имя> { ... }`. Обращаться к членам пространства имён можно с помощью оператора точки: в примере выше полное имя функции `Main` будет `program.Program.Main`. Чтобы не обращаться к объектам по полному имени, можно подключить пространство имён с помощью директивы `using`. В примере выше так подключается пространство

имён `System`. Пространства имён допускают вложенность. Можно объявить пространство имён для всего файла, добавив в начале: `namespace <имя>;`, оно применится к нему целиком.

## Сборка

Сборка - это файл, который содержит программу или библиотеку кода, элементы управления, ресурсы или другую информацию, которая может быть использована программой. Сборка создается как единый проект и компилируется в исполняемый файл (`exe`) или динамическую связанную библиотеку (`dll`). Каждая сборка включает в себя манифест, метаданные типов, код приложения и ресурсы. Атрибуты сборки, такие как версия, название, автор и прочая информация о продукте, содержатся в специальном файле `AssemblyInfo.cs`.

## 3. C#. Типы данных. Различия типов-значений и типов-ссылок.

Базовые типы в языке C#:

- **bool** - хранит значение `true` или `false`, представлен системным типом `System.Boolean`
- **byte** - хранит целое число от 0 до 255, системный тип - `System.Byte`
- **sbyte** - знаковый байт, целое число от -128 до 127, системный тип - `System.SByte`
- **short** - знаковое целое число от -32768 до 32767, занимает 2 байта, системный тип - `System.Int16`
- **ushort** - беззнаковое целое число от 0 до 65535, 2 байта, системный тип - `System.UInt16`
- **int** - знаковое целое число от -2147483648 до 2147483647, занимает 4 байта, системный тип - `System.Int32`, тип по умолчанию для численных литералов
- **uint** - беззнаковое целое число от 0 до 4294967295, занимает 4 байта, системный тип - `System.UInt32`
- **long** - знаковое целое число от -9223372036854775808 до 9223372036854775807, 8 байт, системный тип - `System.Int64`
- **ulong** - беззнаковое целое число от 0 до 18446744073709551615, 8 байт, системный тип - `System.UInt64`
- **float** - число с плавающей точкой от  $-3.4 \cdot 10^{38}$  до  $3.4 \cdot 10^{38}$ , 4 байта, системный тип - `System.Single`
- **double** - число с плавающей точкой от  $\pm 5.0 \cdot 10^{324}$  до  $\pm 1.7 \cdot 10^{308}$ , 8 байт, системный тип - `System.Double`
- **decimal** - десятичное дробное число, без десятичной запятой имеет значение от  $\pm 1.0 \cdot 10^{-28}$  до  $\pm 7.9228 \cdot 10^{28}$ , 16 байт, системный тип `System.Decimal`
- **char** - одиночный символ в кодировке Unicode, 2 байта, системный тип - `System.Char`, тип по умолчанию для символьных литералов
- **string** - набор символов Unicode, системный тип - `System.String`, тип по умолчанию для строковых литералов
- **object** - может хранить значения любого типа данных, занимает 4 байта на 32-разрядной системе и 8 на 64-разрядной, системный тип - `System.Object`, являющийся базовым для всех других типов и классов .NET.

В C# возможна неявная типизация с использованием ключевого слова `var` (аналог `auto` в C++):

```
// можно писать так:
var hello = "hello world";
var a = 1;
var b = 12.345;
var c = 'A';
// но так нельзя!
var n = null;
```

Все типы данных подразделяются на типы-значения и типы-ссылки в зависимости от того, как для них происходит организация памяти. Память подразделяется на стек и кучу.

- Объекты типов-значений размещаются в стеке, по адресу непосредственно хранится само значение переменной или параметра функции. К таким типам относятся все целочисленные типы, типы чисел с плавающей запятой, типы `decimal`, `bool`, `char`, перечисления `enum` и структуры `struct`. (но поля типов-значений объектов располагаются в куче)
- Объекты ссылочных типов хранятся в куче, в стеке на них хранится лишь ссылка. Ссылочными типами являются `object`, `string`, все классы, интерфейсы и делегаты.

Процесс копирования разных типов различается: типы-значения копируются по значению, а для типов-ссылок копируется лишь ссылка на объект, то есть 2 ссылки начинают указывать на одну и ту же область в памяти. Это также относится к более сложным ситуациям, когда структура содержит поле с типом класса и при копировании этой структуры, получится, что все поля с типами-значениями скопировались по значению, а это поле класса по ссылке, то есть 2 разных объекта будут иметь поля с ссылкой на один и тот же объект. Таким образом, ссылки работают как указатели и дают те же возможности.

Стоит учитывать, что при передаче объекта класса в функцию через параметры, передаётся копия ссылки на исходный объект, то есть функция получает к нему доступ и может изменить его поля. При этом функция не может изменить сам объект, так как передана лишь копия ссылки. Чтобы это сделать, нужно использовать ключевое слово `ref`, тогда станет возможно, например, создание нового другого объекта и сохранение его по исходной ссылке.

## 4. C#. Литералы. Примеры. Переменные. Примеры. Область действия переменной.

### Литералы

Литералы (константы) - неизменяемые значения. Их можно передавать переменным в качестве значения. Виды литералов в C#:

- логические литералы: `true` и `false`
- целочисленные литералы:
  - в десятичной форме: `1`, `-2`, `123`
  - в двоичной форме: `0b11`, `0b1011`, `0b100001`
  - в шестнадцатеричной форме: `0x0A`, `0xFF`, `0xA1`
- вещественные литералы:
  - в десятичной форме: `12.34`, `-0.28`
  - в экспоненциальной форме: `3.2e3` ( $3.2 \cdot 10^3 = 3200$ ), `1.2E-1`
- символьные литералы: `'A'`, `'\n'`, `'\x75'`, `'\u0420'`
- строковые литералы: `"hello world"`
- `null` - ссылка, которая не указывает ни на какой объект

### Переменные

Для хранения данных в программе применяются переменные. Переменная представляет именованную область памяти, в которой хранится значение определенного типа. Переменная имеет тип, имя и значение. Тип определяет, какого рода информацию может хранить переменная. Чтобы объявить переменную, нужно указать её тип и имя, например, переменная целого типа с именем `a`: `int a`; , строка `str`: `string str`;

Имя переменной может содержать любые цифры, буквы и символ подчёркивания, при этом первый символ должен быть буквой или подчёркиванием. В нём не должно быть пробелов и знаков пунктуации

и оно не должно являться ключевым словом.

Чтобы инициализировать переменную, ей нужно присвоить значение:

```
int a; // объявляем переменную целого типа
a = 5; // присваиваем значение
char c = 'a'; // можно объявить переменную и сразу же инициализировать её
string name = "Max";
```

Для переменных существует модификатор `const`, который запрещает изменение значения после инициализации (она при этом обязательна при объявлении переменной):

```
// константы принято называть большими буквами
const int SIZE = 10; // объявление константы с значением 10
SIZE = 5; // ошибка!!! константы нельзя изменить
```

## Области действия (видимости) переменных

Каждая переменная существует только в определённом контексте:

- Контекст класса - переменные, объявленные на уровне класса, доступны во всех его методах, их называют глобальными или полями класса.
- Контекст метода - переменные, объявленные на уровне метода, являются локальными и доступны только в рамках этого метода.
- Контекст блока кода - переменные, объявленные на уровне блока кода, также являются локальными и доступны только в этом блоке кода.

```
class Obj
{
    int n = 10; // переменная уровня класса
    // в этом месте доступна только переменная n
    public void Print()
    {
        char c = 'A'; // локальная переменная метода
        // в этом месте доступны переменные n и c
        { // блок кода
            string str = "hello"; // локальная переменная блока кода
            // здесь доступны все 3 переменные: n, c и str
        }
    }
    public void Save()
    {
        // здесь доступно только поле класса n
    }
}
```

## 5. C#. Выражения. Преобразование типов при выполнении операций. Примеры.

Выражение - правило вычисления значения. Состоит из операндов (переменные, литералы и поименованные константы) и операций. По приоритету:

1. Первичные: `.`, `()`, `[]`, `x++`, `x--`, `new`, `typeof`, `checked`, `unchecked`
2. Унарные: `+`, `-`, `!`, `~`, `++x`, `--x`, `(<Тип>)`
3. Мультипликативные: `*`, `/`, `%`

4. Аддитивные: +, -
5. Сдвига: <<, >>
6. Отношения порядка и проверки типа: <, >, ≤, ≥, is, as
7. Проверка на равенство: ==, ≠
8. Поразрядные логические: &, ^, |
9. Условные логические: &&, ||
10. Условная операция: ? :
11. Присваивания: =, \*=, /=, %=, +=, -=, <=<, >=>, &=, ^=, |=

Если операнды, участвующие в операции имеют разные типы, то неявно выполняются преобразования типов, исключаяющие потерю данных, то есть к более длинным типам и от целых чисел к вещественным: `char` → `int` → `long` → `float` → `double`. Преобразования, которые могут приводить к потере данных, например, вещественных чисел в целые, требуют явного преобразования типов. Явное преобразование можно выполнить:

- с помощью операции `(<типа> <имя переменной> :`

```
int k = 100;
char c = (char)k;
long b = 300;
int a = (int)b;
byte d = (byte)a; // произойдёт потеря данных
```

- соответствующим методом класса `Convert` :

```
int i = Convert.ToInt32("123");
bool b = true;
double d = Convert.ToDouble(b);
```

Если преобразование невозможно, то генерируется исключение `FormatException`

## 6. C#. Ввод-вывод консольного приложения. Примеры.

### Вывод

Для выполнения операций вывода используют статические методы класса `System.Console`, перегруженные для всех стандартных типов данных и форматного вывода:

- `Console.Write()` – вывод строки без перехода на следующую;
- `Console.WriteLine()` – вывод строки с переходом на следующую.

```
Console.Write("Целое число: ");
Console.WriteLine(123);
```

Эти функции принимают строку и список аргументов для форматирования. Синтаксис форматирования: `{<номер аргумента>[, <мин. ширина поля>]:(<спецификатор формата[<число>]> | <шаблон>))}`

```
Console.WriteLine("Имя: {0}, возраст: {1}, рост: {2}", "Петя", 14, 170);
```

Спецификаторы форматирования:

- `C` или `c` - форматирование как национальной валюты

- F или f - форматирование как число с фиксированной точкой, можно указать число знаков после запятой
- G или g - форматирование в общем виде
- P или p - форматирование как процента
- X или x - форматирование как шестнадцатеричного числа

```
Console.WriteLine("{0:C}", 10);
Console.WriteLine("{0:F2}", 10); // 2 знака после запятой
Console.WriteLine("{0:G}", 12.234M); // Decimal
Console.WriteLine("{0:P}", 0.97); // 97,00 %
Console.WriteLine("{0:X}", 12754); // 31D2
```

Шаблоны форматирования:

- # - вставка значащей цифры
- 0 - вставка значащей цифры или незначащего нуля

```
Console.WriteLine("{0,7:000.###}", 12.345); // 012.345
```

Возможна интерполяция строк, в которую можно вставлять интерполированные выражения:

{<выражение>[, <длина>]}[:<формат>]}. Длина - константа, если она отрицательная, используется выравнивание по левому краю. Интерполированная строка обозначается знаком \$" ... "

```
Console.WriteLine($"Результат: {Res}");
Console.WriteLine($"|{"Left",-7}|{"Right",7}|");
Console.WriteLine($"{Math.PI,10:F5}");
```

## Ввод

Для выполнения операций вывода используют статические методы класса `System.Console`:

- `Console.ReadLine()` - ввод строки типа `string`, включая перенос строки
- `Console.Read()` - возвращает код введённого символа типа `int` или `-1`, если значащих символов в потоке нет

```
string s = Console.ReadLine();
char ch = (char)Console.Read();
Console.ReadKey(); // ввод символа или функциональной клавиши
```

Преобразование введённой строки в число осуществляют:

- методы класса `Convert`, возвращающие `FormatException` в случае ошибки
- методы `Parse` каждого числового класса, возвращающие `FormatException` в случае ошибки
- методы `TryParse`, при ошибке возвращающие `false` в случае ошибки

```
int a = Convert.ToInt32("123");
int b = int.Parse("123");
double c = int.Parse("12.345"); // разделитель определяется операционной системой
int d;
bool res = int.TryParse("123", out d);
```

## 7. C#. Исключения. Примеры.

Исключения - это аварийные ситуации, возникающие в процессе выполнения программы, например, деление на 0, переполнение, невозможность преобразования строки в число и т.д.

C# позволяет обрабатывать синхронные исключения, которые могут возникнуть в конкретных местах программы, когда какая-либо её часть не смогла выполнить то, что от неё требовалось. Они генерируются средой выполнения или предусматриваются программистом в опасных местах с помощью оператора `throw`. Классы исключений в C# организованы в иерархию, обработчики родительских классов перехватывают исключения всех производных классов. Собственные классы исключений следует наследовать от класса `ApplicationException`.

Для перехвата и обработки исключений используется конструкция `try ... catch`:

```
try <Оператор>
catch ([<Тип исключения> [<Имя>]]) <Оператор>
{catch ([<Тип исключения> [<Имя>]]) <Оператор>}
[finally <Оператор>]
```

- `catch(<Тип>)` - перехватывает все исключения заданного и производных классов
- `catch(<Тип> <Имя>)` - то же самое, но позволяет передать объект исключения в обработчик как параметр
- `catch` - обрабатывает любые исключения
- `finally` - выполняется, если в блоке `try` не возникло исключений

Пример:

```
int[] nums = { 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7};
Console.WriteLine("Введите индекс от 0 до 6: ");
try {
    int i = int.Parse(Console.ReadLine());
    Console.WriteLine(nums[i]);
} catch (IndexOutOfRangeException) {
    Console.WriteLine("Неверный индекс!");
} catch (FormatException) {
    Console.WriteLine("Введено не число!");
} catch {
    Console.WriteLine("Неизвестная ошибка");
} finally {
    Console.WriteLine("Ошибок не возникло");
}
```

Класс `Exception` содержит полезные свойства:

- `Message` - текстовое описание ошибки
- `Source` - имя объекта, сгенерировавшего ошибку
- `TargetSite` - метод, сгенерировавший ошибку
- `InnerException` - ссылка на исключение, послужившее причиной текущего

Для генерации ошибки используется оператор `throw <Выражение>;`. Форма без параметра используется для возобновления исключения.

```
throw new DivideByZeroException(); // генерация исключения
...
```

```
throw; // возобновление исключения
```

Операторы `checked` и `unchecked` используются для включения и отключения проверки числовой арифметики на исключения:

```
// вариант checked для одного выражения
checked(a + b); // если произойдёт переполнение, будет выброшено исключение
OverflowException
checked {
    byte a = 255;
    ++a; // будет выброшено исключение из-за переполнения типа byte
}
// в таком случае его нужно обработать
checked // вариант checked для блока кода
{
    byte a = 255; // максимальное значение для типа byte
    try
    {
        ++a;
    }
    catch (OverflowException)
    {
        Console.WriteLine("Произошло переполнение");
    }
}
```

Оператор `unchecked` наоборот отключает эту проверку и допускает переполнения.

## 8. C#. Объявление классов и их компонентов. Примеры.

Классы в языке C# описываются в привычном виде: `[Атрибуты][Спецификаторы] class <Имя>[: Предки] { Тело класса}`.

Компонентами класса могут быть поля и методы:

- поля - хранят данные:
  - константы - общие для всех объектов
  - переменные:
    - поля объекта - свои для каждого объекта
    - поля класса (статические поля) - общие для всех объектов
- методы - процедуры и функции, обрабатывающие данные

Пример:

```
// абстрактный класс, доступный в данной сборке
internal abstract class A {
    public int x; // переменная-поле объекта
    protected static int y; // статическая переменная
    public A(int _x, int _y) {
        x = _x;
        y = _y;
    }
    public void print() // метода класса
    {
        Console.WriteLine("x = {0}, y = {1}", x, y);
    }
}
```



```

}
// класс, наследуемый от класса A, доступный в данной сборке и не допускающий наследование
от себя самого
internal sealed class B : A {
    const double eps = 1e-10; // константа
    public B(int _x=0, int _y=0) : base(_x, _y) { } // вызов конструктора базового класса
    new public void print() // переопределение метода с помощью спецификатора new
    {
        Console.WriteLine("x = {0}, y = {1}, eps = {2}", x, y, eps);
    }
}

```

Объявление класса по сути является созданием собственного типа, объект класса может быть создан с помощью ключевого слова `new`:

```
B b = new B(1, 2);
```

## 9. C#. Спецификаторы доступа классов, структур и их компонентов.

Эти спецификаторы доступны и одинаково работают как для классов, так и для полей и методов (за исключением включающих `protected` для структур, так как они не допускают наследование):

- `public` - доступ не ограничен
- `protected` - доступ из производных классов
- `private` - доступ только из данного класса (по умолчанию для вложенных классов и полей класса)
- `internal` - доступ из классов сборки (по умолчанию для всех классов, кроме вложенных)
- `protected internal` - доступ из производных классов этой и других сборок, а также классов данной сборки
- `private protected` - доступ из производных классов данной сборки

Для классов также:

- `abstract` - абстрактный класс
- `static` - статический класс (содержит только статические компоненты, объекты создавать запрещено)
- `new` - для вложенных классов задаёт новое описание класса взамен унаследованного
- `sealed` - запрещает наследование от данного класса

Для полей доступны дополнительно:

- `const` - делает поле неизменяемым, такие поля требуют инициализации при компиляции и общие для всех членов класса, возможно обращение через имя класса
- `readonly` - доступ только для чтения, инициализируются при компиляции или конструктором
- `static` - статическое поле, общее для всех объектов, возможно обращение через имя класса
- `new` - задаёт новое описание поля, скрывающее унаследованное
- `volatile` - значение, которое может быть изменено другим процессом

```

class A
{
    private int i = 1;           // скрытое поле объекта
    double z;                   // скрытое поле объекта (по умолчанию)
    public int v;                // общедоступное поле объекта
    public const double w = 32.517; // константное поле класса
}

```

```
public static string s = "D";    // статическое поле класса
}
```

## 10. C#. Конструкторы классов. Примеры.

Конструктор – метод, автоматически вызываемый для инициализации полей при создании объекта с помощью `new`. Если явно конструктор не описан, то автоматически создается пустой конструктор без параметров (называемый конструктором по умолчанию), который инициализирует поля-значения нулями, а поля ссылочного типа значением `null`.

Формат описания: `Имя_класса ([Параметры])[: Инициализатор] Блок_кода`

Конструктор не возвращает никакого значения(даже `void`), может быть несколько раз параметрически перегружен и автоматически вызывает конструктор базового класса, если он не вызван в инициализаторе. Конструктор базового класса можно вызвать явно: `base(<аргументы>)`

```
class Point {
    protected int x_, y_;
    public int x { get => x_; } // переменные x и y только для чтения для внешних объектов
    public int y { get => y_; }
    public Point() {} // конструктор по умолчанию, инициализирует поля 0
    public Point(int x, int y) // конструктор с 2 параметрами
    {
        x_ = x;
        y_ = y;
    }
}
class Dot : Point // наследование от класса Point
{
    protected int radius_;
    public int R { get => radius_; }
    // конструктор базового класса здесь можно не вызывать, без параметров он будет вызван
    // автоматически
    public Dot() { }
    // вызываем конструктор базового класса с параметрами для инициализации всех полей
    public Dot(int radius, int x, int y) : base(x, y) {
        radius_ = radius;
    }
}
```

## 11. C#. Поля: константные, объекта, класса, только для чтения. Примеры.

Формат описания полей в классе: `[Атрибуты] [Спецификаторы] Тип Имя[=Значение]`

Для полей доступны спецификаторы:

- `public` - доступ не ограничен
- `protected internal` - доступ из методов данного и производных классов, а также других классов данной сборки
- `internal` - доступ из методов классов данной сборки
- `protected` - доступ из методов данного и производных классов
- `private protected` - доступ из методов данного и производных классов данной сборки
- `private` - доступ из методов данного класса (по умолчанию)
- `const` - неизменяемое значение, инициализация при компиляции, общее для всех объектов, доступно обращение через имя класса
- `readonly` - доступ только для чтения, инициализируется при компиляции или в конструкторе

- `static` - общее значение для всех экземпляров класса, обращение через имя класса
- `new` - скрывает унаследованное описание поля и задаёт новое
- `volatile` - значение может быть изменено другим процессом

```
namespace n
{
    class A
    {
        private int i = 1;           // скрытое поле объекта
        double z;                   // скрытое поле объекта
        public int v;                // общедоступное поле объекта
        public const double w = 32.517; // константное поле класса
        public static string s = "D"; // статическое поле класса
    }
    class Program
    {
        public static void Main()
        {
            A a = new A();           // создание объекта
            Console.WriteLine(a.v);   // доступ через имя объекта
            Console.WriteLine(A.w);   // доступ через имя класса
            Console.WriteLine(A.s);   // доступ через имя класса
            // Console.WriteLine(a.z); // ошибка, доступ невозможен!
        }
    }
}
```

## 12. C#. Методы: конструкторы объектов, статические, деструкторы. Примеры.

Конструкторы - определяют действия по инициализации объектов:

- конструкторы объектов;
- статические конструкторы - для инициализации статических полей - вызывается неявно один раз до 1-го обращения к полям и методам класса.

Деструкторы – определяют действия, которые должны быть выполнены перед уничтожением объектов.

Статические методы общие для всех объектов класса и вызываются через имя класса. Также называются методами класса, в то время как обычные методы - методами объектов.

```
namespace ns
{
    class Program
    {
        public static void Main()
        {
            Console.WriteLine(Point.getCount()); // 0
            Point a = new Point();
            Point b = new Point(1, 2);
            Console.WriteLine(Point.getCount()); // 2
        }
    }
    class Point
    {
        private int x_, y_;
```

```

private static int count; // статическая переменная для подсчёта объектов
public int x { get => x_; }
public int y { get => y_; }
public Point() // в конструкторах увеличиваем счётчик
{
    count++;
}
public Point(int x, int y)
{
    x_ = x;
    y_ = y;
    count++;
}
public static int getCount() // статический метод для получения числа существующих
объектов
{
    return count;
}
~Point() // деструктор
{
    count--; // уменьшаем счётчик объектов
}
}
}

```

### 13. C#. Методы: объектов, классов. Примеры.

Статические методы называются методами класса, потому что не привязаны к конкретному объекту и могут быть вызваны через имя класса без создания объекта. Они также не получают параметра `this`.

Примеры таких методов: `Console.WriteLine()`, `Console.Write()`, `int.TryParse()`

Методы классов - это нестатические методы класса, вызываемые для объектов и зависящие от них.

Для вызова такого метода сначала нужно создать объект класса.

```

namespace ns
{
    class Program
    {
        public static void Main()
        {
            Point p1 = new Point(1, 1);
            Point p2 = new Point(4, 5);
            // вызов методов объектов
            p1.Print();
            p2.Print();
            // вызов статического метода класса через имя класса
            Console.WriteLine("Distance: {0}", Point.distance(p1, p2));
        }
    }
    class Point
    {
        private int x_, y_;
        public int x { get => x_; }
        public int y { get => y_; }
        public Point(int x, int y)
        {
            x_ = x;
            y_ = y;
        }
    }
}

```

```

    }
    // метода объекта
    public void Print()
    {
        // this.x - можно получить доступ и так
        Console.WriteLine($"Point: ({x}, {y})");
    }

    // статический метода класса
    public static double distance(Point p1, Point p2)
    {
        // this.x - ошибка
        return Math.Sqrt(Math.Pow(p1.x - p2.x, 2) + Math.Pow(p1.y - p2.y, 2));
    }
}
}

```

## 14. C#. Параметры методов. Передача параметров по значению и по ссылке. Выходные параметры. Примеры.

Используется 4 типа параметров:

- **параметры-значения**, описанные без указания ключевого слова, в стеке создаётся копия этого значения, для типа-значения - само значение, для типа-ссылки - копия ссылки на тот же объект (возможна работа с объектом, но не изменение его на другой)

```

namespace ns
{
    class Program
    {
        public static void Main()
        {
            int a = 10;
            change(a);
            Console.WriteLine($"In Main: {a}"); // исходная переменная не изменилась
            string s = "abc";
            replace(s);
            Console.WriteLine($"In Main: {s}"); // исходная строка не изменилась
        }
        // значение копируется
        public static void change(int a)
        {
            a = 1;
            // изменилась локальная переменная
            Console.WriteLine($"Inside \"change\": {a}");
        }
        // ссылка копируется
        public static void replace(string s)
        {
            s = s.Replace("ab", "ba");
            // локальная переменная внутри метода указывает на новый объект
            Console.WriteLine($"Inside \"replace\": {s}");
        }
    }
}

```

- **параметры-ссылки**, описанные `ref`, метод получает ссылку на исходный объект (может изменить исходное значение для типа-значения или ссылку для ссылочного типа)

```
namespace ns
{
    class Program
    {
        public static void Main()
        {
            string s = "abc";
            Console.WriteLine(s); // исходная строка
            replace(ref s); // передача ссылки
            Console.WriteLine(s); // новая строка
        }
        // передаётся ссылка на исходную ссылку
        public static void replace(ref string s) // параметр-ссылка
        {
            // вместо исходной ссылки из метода Main записывается новая
            s = s.Replace("ab", "ba");
        }
    }
}
```

- **выходные параметры**, описанные `out`, используются для возврата значения из метода через параметры, в теле метода обязательно нужно присвоить значение этому параметру

```
namespace ns
{
    class Program
    {
        public static void Main()
        {
            int a = 2;
            int b = 3;
            int S;
            // выходные параметры передаются с ключевым словом out и допускают
            // одновременное объявление переменной
            calculateRectangle(a, b, out S, out int P);
            // результат вычислений доступен в S и P
            Console.WriteLine($"a = {a}, b = {b}, S = {S}, P = {P}");
        }
        // метод имеет выходные параметры S и P
        public static void calculateRectangle(int a, int b, out int S, out int P)
        {
            // присваиваем значения как переменным
            S = a * b;
            P = (a + b) * 2;
        }
    }
}
```

- **параметры-массивы**, описанные `params` — используются при переменном количестве параметров, объявляется последним, используется, когда количество параметров заранее неизвестно

```

namespace ns
{
    class Program
    {
        public static void Main()
        {
            // можно вызвать с любым количеством параметров
            printNumbers(1, 2, 3, 4, 5, 6, 7);
            printNumbers(1, 2, 3);
        }

        public static void printNumbers(params int[] numbers)
        {
            // размер массив получаем через свойство Length
            Console.WriteLine("Передано чисел: {0}", numbers.Length);
            // работаем как с обычным массивом
            foreach(int i in numbers)
                Console.Write("{0} ", i);
            Console.WriteLine();
        }
    }
}

```

Переданные (фактические) параметры должны соответствовать объявленным (формальным) по количеству, порядку и типу (либо существовать преобразование).

Возможно задание параметров по умолчанию и именованное при передаче аргументов.

```

namespace ns
{
    class Program
    {
        public static void Main()
        {
            PrintInfo("Tom", 18); // можно не передавать параметр height
            PrintInfo("John", height: 190); // передача роста через поименованные параметры
        }
        // для параметров age и height установлены значения по умолчанию
        public static void PrintInfo(string name, int age=20, double height=180)
        {
            Console.WriteLine($"Имя: {name}, Возраст: {age}, Рост: {height}");
        }
    }
}

```

**15. C#. Одномерные массивы с элементами типов-значений и ссылочных типов. Примеры объявления.**

**16. C#. Оператор foreach. Примеры применения для массивов разных типов.**

**17. C#. Массивы прямоугольные и ступенчатые. Различие. Примеры**

**18. C#. Строка String. Примеры создания и использования.**

**19. C#. Регулярные выражения. Примеры.**

**20. C#. Структуры. Примеры.**

**21. C#. Наследование. Пример.**

**22. C#. Полиморфное наследование. Абстрактные классы. Пример.**

**23. C#. Композиция и агрегация. Пример.**

**24. C#. Интерфейсы. Пример.**

**25. C#. Свойства. Пример.**