

Курс «С#. Программирование на языке высокого уровня»

Павловская Т.А.

Лекция 8. Наследование классов

Организация иерархий классов. Раннее и позднее связывание. Виртуальные методы. Абстрактные и бесплодные классы. Виды взаимоотношений между классами.

Возможности наследования

- Наследование является мощнейшим инструментом ООП. Оно позволяет строить иерархии, в которых классы-потомки получают свойства классов-предков и могут дополнять их или изменять.
- Наследование применяется для следующих взаимосвязанных целей:
 - исключения из программы повторяющихся фрагментов кода;
 - упрощения модификации программы;
 - упрощения создания новых программ на основе существующих.
- Кроме того, наследование является единственной возможностью использовать объекты, исходный код которых недоступен, но в которые требуется внести изменения.

Синтаксис

[атрибуты] [спецификаторы] **class** имя_класса [: предки]

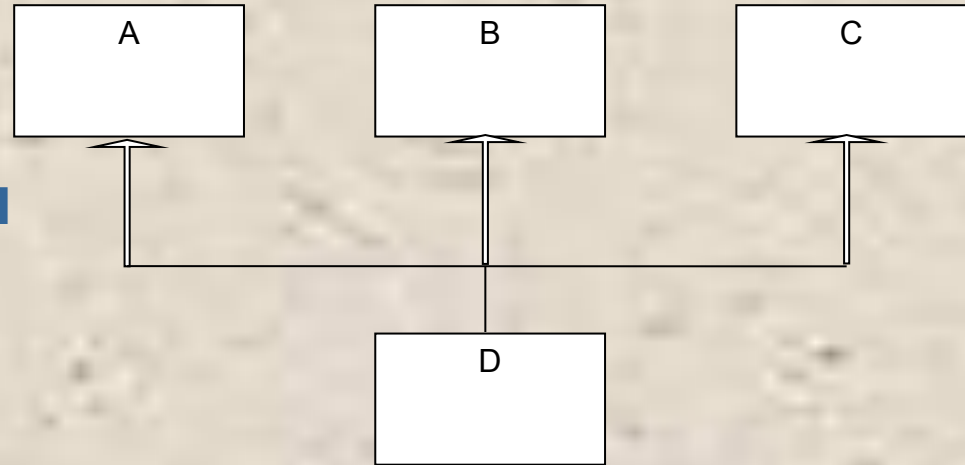
тело класса

```
class Monster
```

```
{ ... // кроме private и public,  
  // используется protected  
}
```

```
class Daemon : Monster
```

```
{ ...  
}
```



- Класс в C# может иметь произвольное количество потомков
- Класс может наследовать только от одного класса-предка и от произвольного количества интерфейсов.
- При наследовании потомок получает все элементы предка.
- Элементы `private` не доступны потомку непосредственно.
- Элементы `protected` доступны только потомкам.

Сквозной пример класса

```
class Monster {
    public Monster() // конструктор
    {
        this.name = "Noname";
        this.health = 100;
        this.ammo = 100;
    }
    public Monster( string name ) : this()
    { this.name = name; }
    public Monster( int health, int ammo,
        string name )
    { this.name = name;
        this.health = health;
        this.ammo = ammo;
    }
    public int Health { // СВОЙСТВО
        get { return health; }
        set { if (value > 0) health = value;
            else health = 0; }
    }
}
```

```
public int Ammo { // СВОЙСТВО
    get { return ammo; }
    set { if (value > 0) ammo = value;
        else ammo = 0; }
}
public string Name { // СВОЙСТВО
    get { return name; }
}
public void Passport() // МЕТОД
{ Console.WriteLine(
    "Monster {0} \t health = {1} \
    ammo = {2}", name, health, ammo );
}
public override string ToString(){
    string buf = string.Format(
        "Monster {0} \t health = {1} \
        ammo = {2}", name, health, ammo);
    return buf; }
string name; // private поля
int health, ammo;
}
```

Daemon, наследник класса Monster

```
class Daemon : Monster {
    public Daemon() { brain = 1; }
    public Daemon( string name, int brain ) : base( name ) this.brain = brain; }
    public Daemon( int health, int ammo, string name, int brain )
        : base( health, ammo, name ) { this.brain = brain; }
    new public void Passport() {
        Console.WriteLine( "Daemon {0} \t health = {1} ammo = {2} brain = {3}",
            Name, Health, Ammo, brain );
    }
    public void Think()
    { Console.Write( Name + " is" );
      for ( int i = 0; i < brain; ++i )
          Console.Write( " thinking" );
      Console.WriteLine( "..." );
    }

    int brain; // закрытое поле
}
```

```
class Monster {
    public void Passport() // метод
    {
        Console.WriteLine(
            "Monster {0} \t health = {1} \
            ammo = {2}",
            name, health, ammo );
    }
}
```

```
this.ammo = ammo, }
```

Конструкторы и наследование

Конструкторы не наследуются, поэтому производный класс должен иметь собственные конструкторы (созданные программистом или системой).

Порядок вызова конструкторов:

- Если в конструкторе производного класса явный вызов конструктора базового класса отсутствует, автоматически вызывается конструктор базового класса без параметров.
- Для иерархии, состоящей из нескольких уровней, конструкторы базовых классов вызываются, начиная с самого верхнего уровня. После этого выполняются конструкторы тех элементов класса, которые являются объектами, в порядке их объявления в классе, а затем исполняется конструктор класса.
- Если конструктор базового класса требует указания параметров, он должен быть вызван явным образом в конструкторе производного класса в списке инициализации.

Вызов конструктора базового класса

```
public Daemon( string name, int brain ) : base( name )      // 1
{
    this.brain = brain;
}
```

```
public Daemon( int health, int ammo, string name, int brain )
    : base( health, ammo, name )      // 2
{
    this.brain = brain;
}
```


Наследование полей и методов

- Поля, методы и свойства класса наследуются.
- При желании **заменить** элемент базового класса новым элементом следует использовать ключевое слово **new**:

// метод класса Daemon (дополнение функций предка)

```
new public void Passport()  
{  
    base.Passport();           // использование функций предка  
    Console.WriteLine( brain ); // дополнение  
}
```

// метод класса Daemon (полная замена)

```
new public void Passport() {  
    Console.WriteLine( "Daemon {0} \t  
health = {1} ammo = {2} brain = {3}",  
        Name, Health, Ammo, brain );  
}
```

// метод класса Monster

```
public void Passport()  
{  
    Console.WriteLine(  
        "Monster {0} \t health = {1} \  
ammo = {2}",  
        name, health, ammo );  
}
```

Совместимость типов при наследовании

Объекту базового класса можно присвоить объект производного класса:



Это делается для единообразной работы со всей иерархией

При преобразовании программы из исходного кода в исполняемый используется **два механизма связывания**:

- раннее – early binding – до выполнения программы
- позднее (динамическое) – late binding – во время выполнения

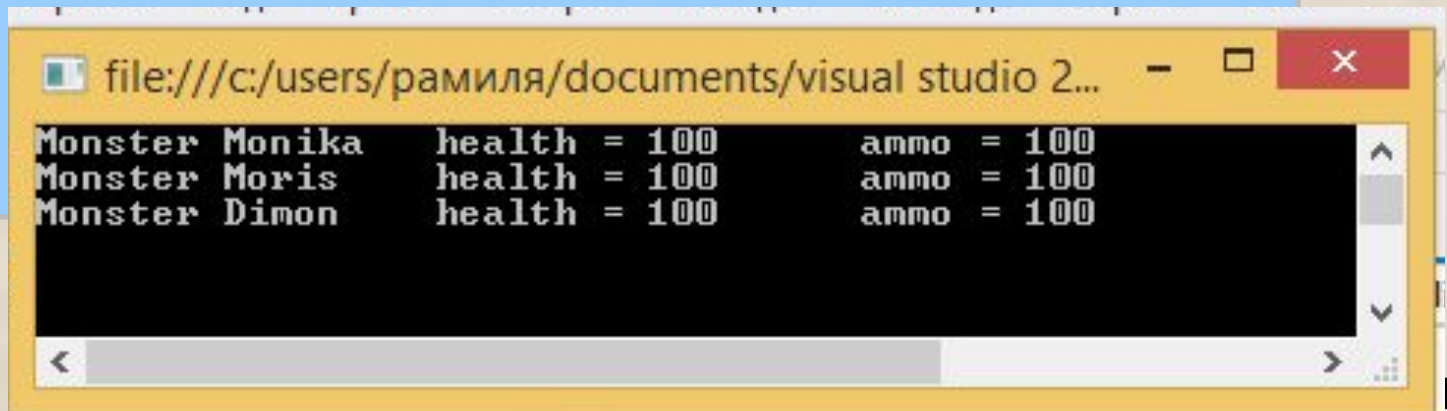
Пример раннего связывания

```
class Program
{
    static void Main(string[] args)
    {
        Monster[] stado = new ConsoleApplication22.Monster[3];

        stado[0] = new ConsoleApplication22.Monster("Monika");
        stado[1] = new ConsoleApplication22.Monster("Moris");
        stado[2] = new Daemon("Dimon", 3);

        for(int i=0;i<3;i++) stado[i].Passport();

        Console.ReadKey();
    }
}
```



```
file:///c:/users/рамиля/documents/visual studio 2...
Monster Monika health = 100 ammo = 100
Monster Moris health = 100 ammo = 100
Monster Dimon health = 100 ammo = 100
```

Раннее связывание

- Ссылки разрешаются до выполнения программы
- Поэтому компилятор может руководствоваться только типом переменной, для которой вызывается метод или свойство. То, что в этой переменной в разные моменты времени могут находиться ссылки на объекты разных типов, компилятор учесть не может.
- Поэтому для ссылки базового типа, которой присвоен объект производного типа, можно вызвать только методы и свойства, определенные в базовом классе (т.е. возможность доступа к элементам класса определяется типом ссылки, а не типом объекта, на который она указывает).

Позднее связывание

- Происходит на этапе выполнения программы
- Признак – ключевое слово **virtual** в базовом классе:
`virtual public void Passport() ...`
- Компилятор формирует для `virtual` методов *таблицу виртуальных методов*. В нее записываются адреса виртуальных методов (в том числе унаследованных) в порядке описания в классе. Для каждого класса создается одна таблица.
- Связь с таблицей устанавливается при создании объекта с помощью кода, автоматически помещаемого компилятором в конструктор объекта.
- Если в производном классе требуется переопределить виртуальный метод, используется ключевое слово **override**:
`override public void Passport() ...`
- Переопределенный виртуальный метод должен обладать таким же набором параметров, как и одноименный метод базового класса.

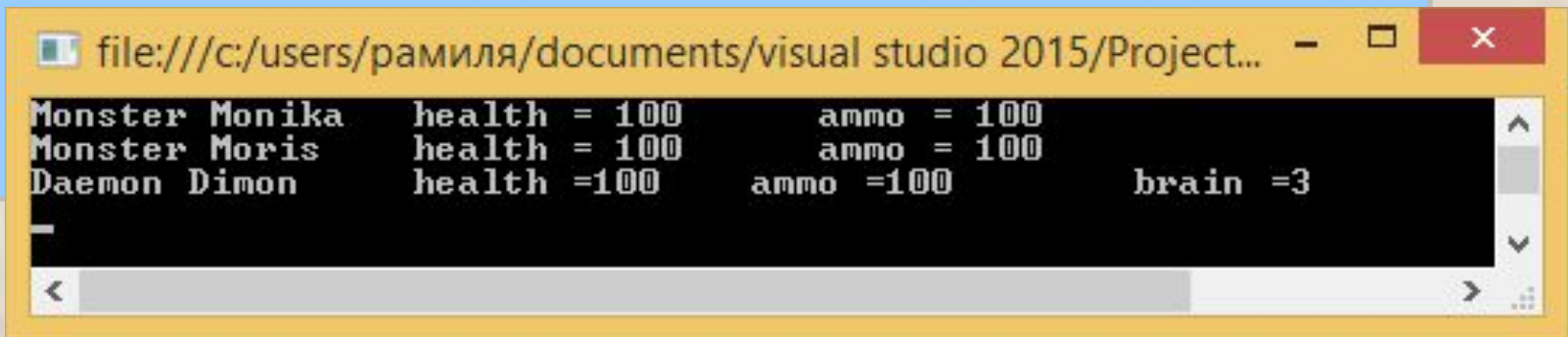
Пример позднего связывания

```
class Program
{
    static void Main(string[] args)
    {
        Monster[] stado = new ConsoleApplication22.Monster[3];

        stado[0] = new ConsoleApplication22.Monster("Monika");
        stado[1] = new ConsoleApplication22.Monster("Moris");
        stado[2] = new Daemon("Dimon", 3);

        for(int i=0;i<3;i++) stado[i].Passport();

        Console.ReadKey();
    }
}
```



```
file:///c:/users/рамиля/documents/visual studio 2015/Project...
Monster Monika health = 100 ammo = 100
Monster Moris health = 100 ammo = 100
Daemon Dimon health =100 ammo =100 brain =3
```

Полиморфизм

- *Виртуальные методы базового класса определяют интерфейс всей иерархии.*
- Он может расширяться в потомках за счет добавления новых виртуальных методов. Переопределять виртуальный метод в каждом из потомков не обязательно: если он выполняет устраивающие потомка действия, метод наследуется.
- Вызов виртуального метода выполняется так: из объекта берется адрес его таблицы вирт. методов, из нее выбирается адрес метода, а затем управление передается этому методу.
- Таким образом, при использовании виртуальных методов из всех одноименных методов иерархии всегда выбирается тот, который соответствует фактическому типу вызвавшего его объекта.
- С помощью виртуальных методов реализуется один из основных принципов объектно-ориентированного программирования — *полиморфизм.*

Применение виртуальных методов

- Виртуальные методы используются при работе с производными классами через ссылку на базовый класс
- Виртуальные методы незаменимы также при передаче объектов в методы в качестве параметров. В параметрах метода описывается объект базового типа, а при вызове в нее передается объект производного класса. В этом случае виртуальные методы, вызываемые для объекта из метода, будут соответствовать типу аргумента, а не параметра.
- При описании классов рекомендуется определять в качестве виртуальных те методы, которые в производных классах должны реализовываться по-другому. Если во всех классах иерархии метод будет выполняться одинаково, его лучше определить как обычный метод.

Абстрактные классы

- *Абстрактный класс служит только для порождения потомков. Как правило, в нем задается набор методов, которые каждый из потомков будет реализовывать по-своему. Абстрактные классы предназначены для представления общих понятий, которые предполагается конкретизировать в производных классах.*
- *Абстрактный класс задает интерфейс для всей иерархии, при этом методам класса может не соответствовать никаких конкретных действий. В этом случае методы имеют пустое тело и объявляются со спецификатором **abstract**.*
- *Если в классе есть хотя бы один абстрактный метод, весь класс также должен быть описан как абстрактный (со спецификатором **abstract**).*
- *Абстрактный класс может содержать и полностью определенные методы, в отличие от интерфейса.*

Полиморфные методы

- Абстрактные классы используются:
 - при работе со структурами данных, предназначенными для хранения объектов одной иерархии
 - в качестве параметров методов.
- Если класс, производный от абстрактного, не переопределяет все абстрактные методы, он также должен описываться как абстрактный.
- Можно создать **метод, параметром которого является абстрактный класс**. На место этого параметра при выполнении программы может передаваться объект любого производного класса. Это позволяет создавать **полиморфные методы**, работающие с объектом любого типа в пределах одной иерархии.

```
abstract class TableFun
```

```
{  
    public abstract double F(double x);  
    public void Table(double x, double b)  
    {  
        Console.WriteLine(" ----- X ----- Y -----");  
        while (x <= b)  
        {  
            Console.WriteLine("| {0} | {1} |", x, F(x));  
            x += 1;  
        } } }  
}
```

```
class SimpleFun : TableFun  
{    public override double F(double x)    return 1;  
  
}
```

```
class SinFun : TableFun  
{  
    public override double F(double x)  
        return Math.Sin(x);  
}
```

```
class Program  
{    static void Main()  
    {  
        TableFun a = new SinFun();  
        a.Table(-2, 2);  
        a = new SimpleFun();  
        a.Table(0, 3);  
        Console.ReadKey();  
    } } }
```

```
file:///c:/users/рамила/documents/visual s  
----- X ----- Y -----  
-2 | -0,909297426825682 |  
-1 | -0,841470984807897 |  
0 | 0 |  
1 | 0,841470984807897 |  
2 | 0,909297426825682 |  
----- X ----- Y -----  
0 | 1 |  
1 | 1 |  
2 | 1 |  
3 | 1 |
```

Бесплодные (финальные) классы

- Ключевое слово **sealed** позволяет описать класс, от которого, в противоположность абстрактному, наследовать запрещается:

```
sealed class Spirit { ... }
```

```
// class Monster : Spirit { ... }      ошибка!
```

- Большинство встроенных типов данных описано как `sealed`. Если необходимо использовать функциональность бесплодного класса, применяется не наследование, а *вложение*, или *включение*: в классе описывается поле соответствующего типа.
- Поскольку поля класса обычно закрыты, описывают метод объемлющего класса, из которого вызывается метод включенного класса. Такой способ взаимоотношений классов известен как *модель включения-делегирования* (об этом – далее в сл. 26).

Класс object

- Корневой класс System.Object всей иерархии объектов .NET, называемый в C# object, обеспечивает всех наследников несколькими важными методами.
- Производные классы могут использовать эти методы непосредственно или переопределять их.
- Класс object используется непосредственно:
 - при описании типа параметров методов для придания им общности;
 - для хранения ссылок на объекты различного типа.

Открытые методы класса System.Object

public virtual bool **Equals**(object obj);

- возвращает true, если параметр и вызывающий объект ссылаются на одну и ту же область памяти (для значимых типов определяет, считаются ли равными указанные экземпляры объектов)

public static bool **Equals**(object ob1, object ob2);

- возвращает true, если оба параметра ссылаются на одну и ту же область памяти

public virtual int **GetHashCode**();

- формирует хэш-код объекта и возвращает число, однозначно идентифицирующее объект. Каждому объекту Type соответствует своя хэш-функция, у которой для обеспечения уникальности в качестве входного аргумента должно использоваться хотя бы одно из полей экземпляра

public Type **GetType**();

- возвращает текущий полиморфный тип объекта (не тип ссылки, а тип объекта, на который она в данный момент указывает)

public static bool **ReferenceEquals**(object ob1, object ob2);

- возвращает true, если оба параметра ссылаются на одну и ту же область памяти

public virtual string **ToString**()

- возвращает для ссылочных типов полное имя класса в виде строки, а для значимых — значение величины, преобразованное в строку. Этот метод переопределяют, чтобы выводить информацию о состоянии объекта.

Нужно разделять понятия "идентичность" и "эквивалентность". Идентичность характеризуется адресом объекта в памяти, и любой объект идентичен себе и только себе. Реализация методов GetHashCode и Equals по умолчанию для ссылочных типов проверяет идентичность. Эквивалентность же диктуется обычно предметной областью, в данном случае математикой, которая устанавливает правила сравнения комплексных чисел на равенство.

```
public class Complex
{
    private double _real;
    private double _imaginary;

    public Complex(double real, double imaginary)
    {
        _real = real;
        _imaginary = imaginary;
    }

    public double Real { get { return _real; } }
    public double Imaginary { get { return _imaginary; } }
};
```

//создаем два экземпляра класса Complex с одинаковыми значениями полей

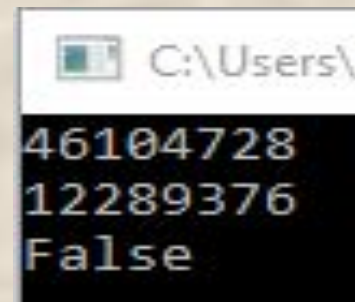
```
Complex first = new Complex(1.0, 2.0);
Complex second = new Complex(1.0, 2.0);
Console.WriteLine(first.GetHashCode());
Console.WriteLine(second.GetHashCode());
Console.WriteLine(second.Equals(first));
```

```
public override int GetHashCode()
{
    return _real.GetHashCode() ^
        _imaginary.GetHashCode();
}

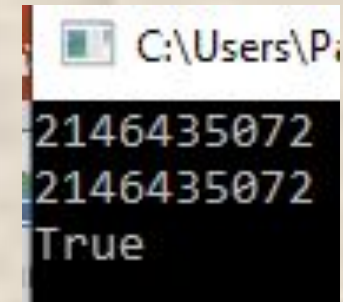
public override bool Equals(Object obj)
{
    Complex other = obj as Complex;

    if (other == null)
        return false;

    return other._real == _real &&
        other._imaginary == _imaginary;
}
```



```
C:\Users\...
46104728
12289376
False
```



```
C:\Users\...
2146435072
2146435072
True
```

Пример переопределения метода Equals

```
// сравнение значений, а не ссылок
public override bool Equals( object obj ) {
    if ( obj == null || GetType() != obj.GetType() ) return false;
    Monster temp = (Monster) obj;
    return health == temp.health &&
           ammo   == temp.ammo   &&
           name   == temp.name;
}
public override int GetHashCode()
{
    return name.GetHashCode();
}
```


Рекомендации по программированию

- Главное преимущество наследования состоит в том, что на уровне базового класса можно написать универсальный код, с помощью которого работать также с объектами производного класса, что реализуется с помощью виртуальных методов.
- Как **виртуальные** должны быть описаны методы, которые выполняют во всех классах иерархии одну и ту же функцию, но, возможно, разными способами.
- Для представления общих понятий, которые предполагается конкретизировать в производных классах, используют **абстрактные классы**. Как правило, в абстрактном классе задается набор методов, то есть интерфейс, который каждый из потомков будет реализовывать по-своему.
- **Обычные методы** (не виртуальные) переопределять в производных классах не рекомендуется.

Виды взаимоотношений между классами

■ Наследование

Классификация Тимоти Бадда

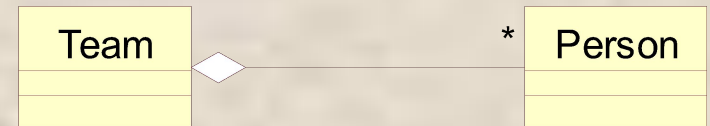
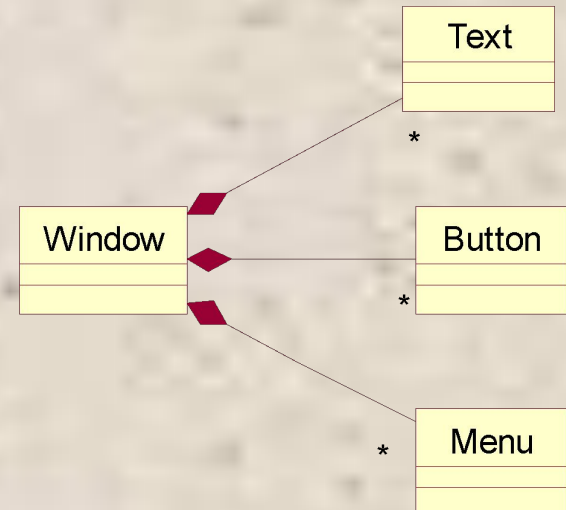
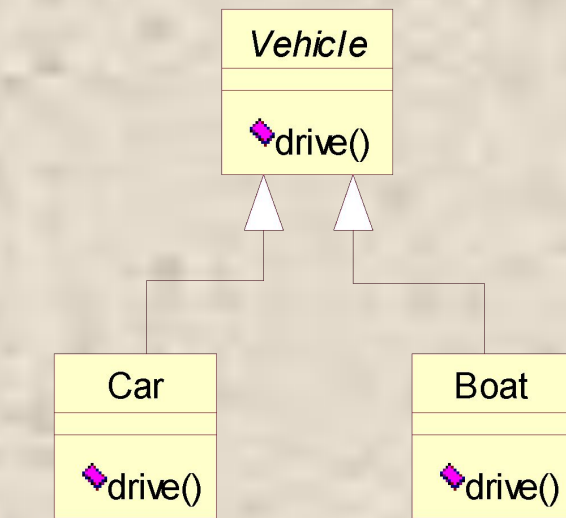
- **Специализация** (Класс-наследник является специализированной формой родительского класса — в наследнике просто переопределяются методы)
- **Спецификация** (*Дочерний класс* реализует поведение, описанное в родительском классе. В C# эта форма реализуется наследованием от абстрактного класса)
- **Конструирование или Варьирование** (наследник использует методы предка, но не является его подтипом; предок и потомок являются вариациями на одну тему – например, прямоугольник и квадрат)
- **Расширение** (в потомок добавляют новые методы, расширяя поведение предка)
- **Обобщение** (потомок обобщает поведение предка. Обычно такое наследование используется в тех случаях, когда изменить поведение базового класса невозможно (например, базовый класс является библиотечным классом))
- **Ограничение** (потомок ограничивает поведение предка)

■ Вложение

- **Композиция** (форма агрегирования с четко выраженным отношением владения, причем время жизни частей и целого совпадают))
- **Агрегация** (специальная форма ассоциации, которая служит для представления отношения типа "часть-целое" между агрегатом (целое) и его составной частью)

Наследование и вложение

- *Наследование* класса Y от класса X чаще всего означает, что Y представляет собой разновидность класса X (более конкретную, частную концепцию).
- *Вложение* является альтернативным наследованию механизмом использования одним классом другого: один класс является полем другого.
- *Вложение* представляет отношения классов «Y содержит X» или «Y реализуется посредством X» и реализуется с помощью модели «включение-делегирование».



Модель включения-делегирования

```
class Двигатель {public void Запуск() {Console.WriteLine( "вжжж!!" ); }}
```

```
class Самолет
```

```
{    public Самолет()  
    {    левый = new Двигатель(); правый = new Двигатель(); }  
    public void Запустить_двигатели()  
    {    левый.Запуск(); правый.Запуск(); }  
    Двигатель левый, правый;  
}
```

```
class Class1
```

```
{    static void Main()  
    {    Самолет АН24_1 = new Самолет();  
        АН24_1.Запустить_двигатели();  
    }  
}
```

```
Результат работы программы:  
вжжж!!  
вжжж!!
```