Наследование

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 классы, исходный код которых недоступен, но которые требуется использовать с изменениями.

©Павловская Т.А. (СПбГУ ИТМО)

Синтаксис

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

класс - только один
интерфейс - м.б. несколько

```
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 [почти] 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 {
// в классе Monster было:
public void Passport()            // метод
     {
      Console.WriteLine(
         "Monster {0} \t health = {1} \
         ammo = {2}",
          name, health, ammo );
      }
```

©Павловская Т.А. (СПбГУ ИТМО)

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;
        }
```

©Павловская Т.А. (СПбГУ ИТМО)

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

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
}
```

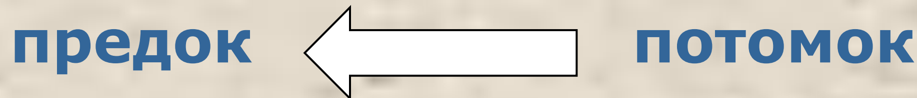
```
// метод класса Monster
public void Passport()
{
   Console.WriteLine(
      "Monster {0} \t health = {1} \
       ammo = {2}",
       name, health, ammo );
}
```

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

©Павловская Т.А. (СПбГУ ИТМО)

Совместимость типов при наследовании

Объекту базового класса можно присвоить объект производного класса:

предок  **потомок**

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

©Павловская Т.А. (СПбГУ ИТМО)

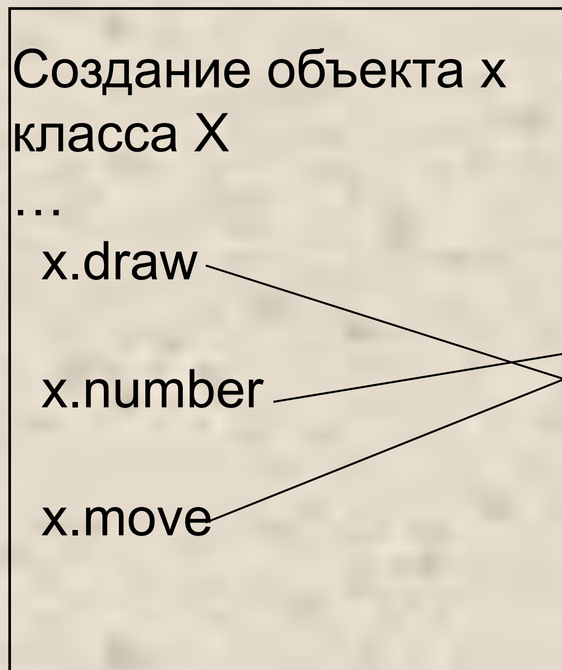
Пример раннего связывания

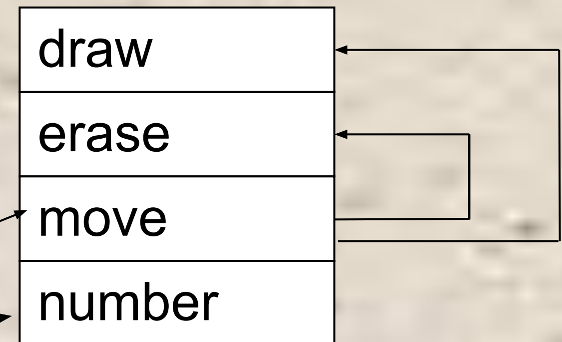
```
class T {
        T(int i) { this.i = i; }
        draw { вывод "TT" }
        erase
        move { erase, ->, draw }
        number { вывод i }
protected int i;
}
class X : T {
        X(int i) : base(i) {}
new     draw {вывод "XX" }
new     erase
        resize
}
// все методы public
```

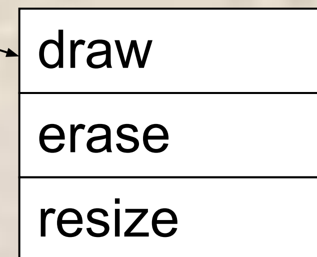
```
// одиночный объект:
X x = new X(15);
x.draw();                  // XX
x.number();                // 15
x.move()                   // TT
// массив объектов баз. типа:
T mas = new T[n];
mas[0] = new T(10);
mas[1] = new T(20);
mas[2] = new X(15);
mas[3] = new X(25);

foreach (T t in mas) t.number()
// 10   20   15   25
foreach (T t in mas) t.draw()
// TT   TT   TT   TT
// t.resize – не работает
```

©Павловская Т.А. (СПбГУ ИТМО)

Раннее связывание







©Павловская Т.А. (СПбГУ ИТМО)

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).

```
Monster Vasia = new Daemon();
Vasia.Passport();
```

©Павловская Т.А. (СПбГУ ИТМО)

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*.

©Павловская Т.А. (СПбГУ ИТМО)

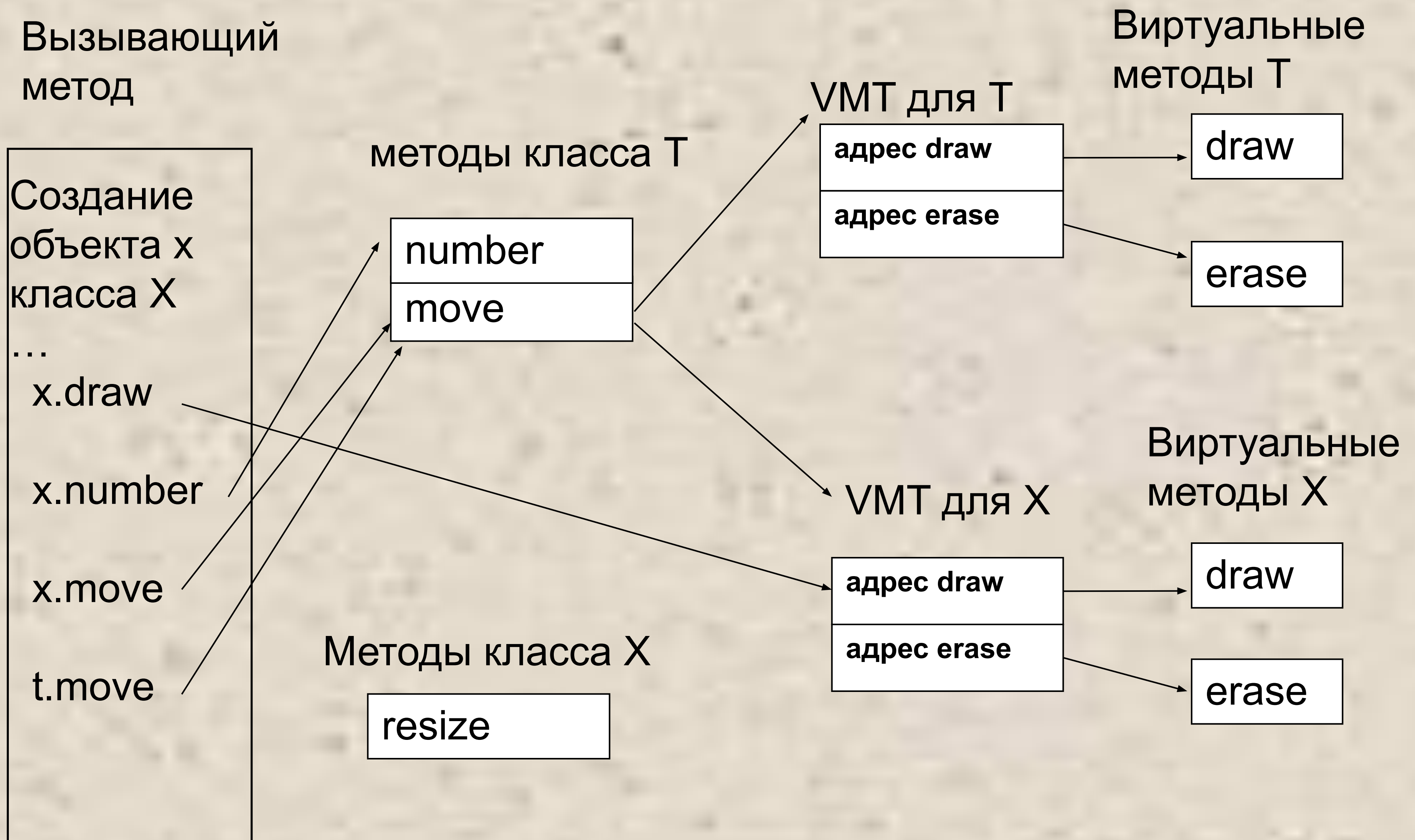
Пример позднего связывания

```
class T {
        T(int i)
virtual draw { "TT" }
virtual erase
        move { erase, …, draw }
         number { i }
protected int i;
}
class X : T {
        X(int i)
override draw { "XX" }
override erase
        resize
}

// все методы public
```

```
// одиночный объект:
X x = new X(15);
x.draw();                    // XX
x.number();                  // 15
x.move()                     // XX
// массив объектов баз. типа:
T mas = new T[n];
mas[0] = new T(10);
mas[1] = new T(20);
mas[2] = new X(15);
mas[3] = new X(25);

foreach (T t in mas) t.number()
// 10   20   15   25
foreach (T t in mas) t.draw()
// TT   TT   XX   XX
```

©Павловская Т.А. (СПбГУ ИТМО)

Позднее связывание



©Павловская Т.А. (СПбГУ ИТМО)

Полиморфизм

- Виртуальные методы базового класса определяют ***интерфейс*** всей иерархии.
- Интерфейс может расширяться в потомках за счет добавления новых виртуальных методов (нежелательно).
- Переопределять виртуальный метод в каждом из потомков не обязательно: если он выполняет устраивающие потомка действия, метод наследуется.
- Механизм вызова виртуального метода:
  - из объекта берется адрес таблицы вирт. методов соотв. класса
  - из нее выбирается адрес метода
  - ему передается управление.
- Итак, при использовании виртуальных методов из всех одноименных методов иерархии всегда выбирается тот, который **соответствует фактическому типу** вызвавшего его объекта.
- Виртуальные методы — основное проявление *полиморфизма*.

```
Monster Vasia = new Daemon();
Vasia.Passport();
```

Применение виртуальных методов

- Виртуальные методы используются:
  - при работе с производными классами через ссылку на базовый класс;
  - при передаче объектов в методы в качестве параметров:

    В параметрах метода описывается объект базового типа, а при вызове в нее передается объект производного класса. Виртуальные методы, вызываемые для параметра метода, будут соответствовать типу аргумента, а не параметра.

    Методы, работающие с полиморфными объектами, называют полиморфными.

©Павловская Т.А. (СПбГУ ИТМО)

Пример полиморфного метода

```
КакойтоМетод ( T t )
{
    t.draw(); …
}
```

- T - предок
- X - потомок
- в обоих классах есть виртуальный метод draw
- T t = new T(10);
- X x = new X(20);
- КакойтоМетод(t) □ вызывается draw из T
- КакойтоМетод(x) □ вызывается draw из X

©Павловская Т.А. (СПбГУ ИТМО)

- 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

- Абстрактные классы предназначены для представления **общих понятий**, которые предполагается конкретизировать в производных классах.
- *Абстрактный класс задает интерфейс для всей иерархии.*
- Абстрактный класс задает набор методов, которые каждый из потомков будет реализовывать по-своему.
- Методы абстрактного класса могут *иметь пустое тело* (объявляются как **abstract)**.
- Абстрактный класс может содержать и полностью определенные методы (в отличие от интерфейса).
- Если в классе есть хотя бы один абстрактный метод, весь класс должен быть описан как **abstract**.
- Если класс, производный от абстрактного, не переопределяет все абстрактные методы, он также должен описываться как абстрактный.

©Павловская Т.А. (СПбГУ ИТМО)

Применение абстрактных классов

- *Абстрактный класс служит только для порождения потомков*.
- Абстрактные классы используются:
  - при работе со структурами данных, предназначенными для хранения объектов одной иерархии
  - в качестве параметров полиморфных методов

- Методу, параметром которого является абстрактный класс, при выполнении программы можно передавать объект любого производного класса.
- Это позволяет создавать *полиморфные методы*, работающие с объектом любого типа в пределах одной иерархии.

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*).

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.

©Павловская Т.А. (СПбГУ ИТМО)

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

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

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, для значимых — значение величины, преобразованное в строку. Этот метод переопределяют, чтобы выводить информацию о состоянии объекта.

©Павловская Т.А. (СПбГУ ИТМО)

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();
}
```

©Павловская Т.А. (СПбГУ ИТМО)

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.

©Павловская Т.А. (СПбГУ ИТМО)

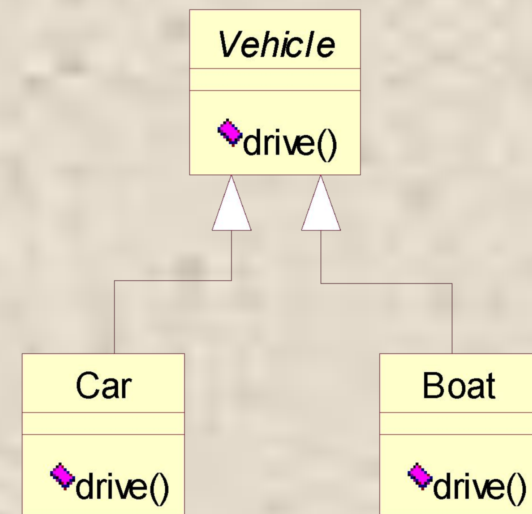
Виды взаимоотношений между классами

- Наследование
  - Специализация (Наследник является специализированной формой предка)
  - Спецификация (Дочерний класс реализует поведение, описанное в предке)
  - 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)
  - Ограничение (Потомок ограничивает поведение предка)
- Вложение
  - композиция
  - агрегация

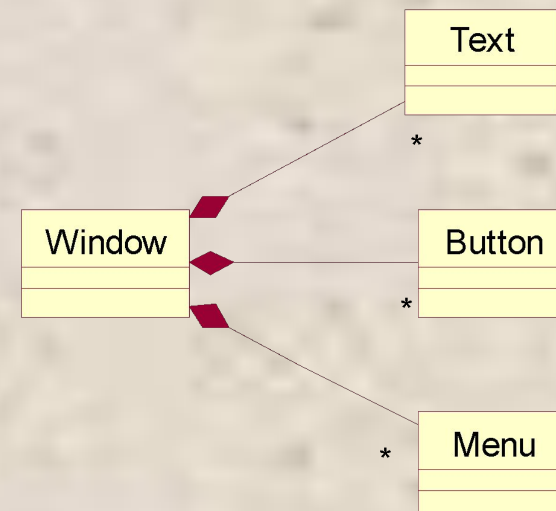
Классификация Тимоти Бадда

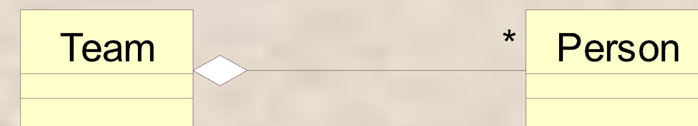
©Павловская Т.А. (СПбГУ ИТМО)

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».





©Павловская Т.А. (СПбГУ ИТМО)

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!!

©Павловская Т.А. (СПбГУ ИТМО)