Объектно-ориентированное программирование

Юрий Литвинов
y.litvinov@spbu.ru

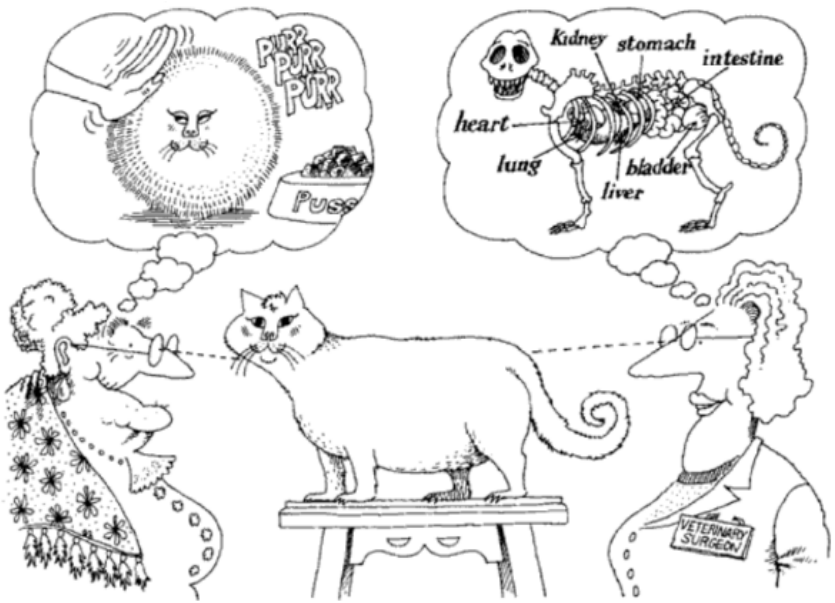
18.02.2025

Объектно-ориентированное программирование

- Программа представляется в виде набора взаимодействующих объектов
- **Объект** — это набор данных и методов (состояние и поведение), представляющий некую независимую сущность
- Объекты общаются друг с другом через интерфейсы, объект вправе сам решать, как обработать вызов
- **Интерфейс** — собственно то, что может делать объект

Абстракция

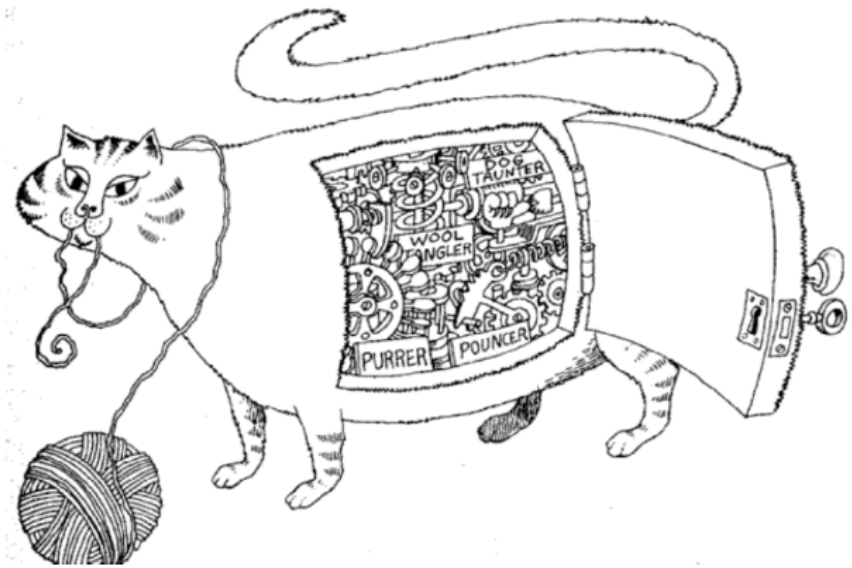
Абстракция выделяет существенные характеристики объекта, отличающие его от остальных объектов, с точки зрения наблюдателя



© G. Booch, «Object-oriented analysis and design»

Инкапсуляция

Инкапсуляция разделяет интерфейс (**контракты**) абстракции и её реализацию



© G. Booch, «Object-oriented analysis and design»

Инвариант объекта

Инкапсуляция защищает **инварианты** абстракции
Инвариант — набор условий на состояние объекта, которые выполняются всё время его жизни
Например:

- Поле size списка должно содержать число, равное количеству элементов списка
- Поле next элемента списка, на который указывает поле prev текущего элемента, должно быть текущим элементом
- Баланс на счету мобильника больше нуля или нельзя звонить

Инвариант может нарушаться внутри метода, но восстанавливаться при его окончании
Объект сам отвечает за поддержание своих инвариантов

Класс

- **Класс** — тип объекта (определяет поля и методы, которые могут быть у объекта)
- Бывают не во всех объектно-ориентированных языках
- **Поля** — собственно, состояние объекта
- **Поля класса** — общее состояние ВСЕХ объектов данного класса
- **Методы** — поведение объекта
- **Методы класса** — поведение, не зависящее от состояния конкретного объекта (одинаковое для всех объектов данного класса)

Наследование

Генерализация

- **Генерализация** — отношение между классами, связывающее более общее понятие и более конкретное
  - Например, всякий студент — человек (надеюсь)
  - Поэтому у каждого студента есть имя и фамилия, поскольку они есть у человека
  - То же с поведением, более частное понятие «наследует» поведение более общего

Наследование

Сабтайпинг

- Объект класса-потомка **является (is-a)** одновременно объектом класса предка
- И может быть использован везде, где может быть использован предок
- Отношение «является» и называется сабтайпингом (subtype polymorphism)
- Бывает наследование без сабтайпинга (например, в C++), бывает сабтайпинг без наследования (например, в Паскале)

Типы времени компиляции и времени выполнения

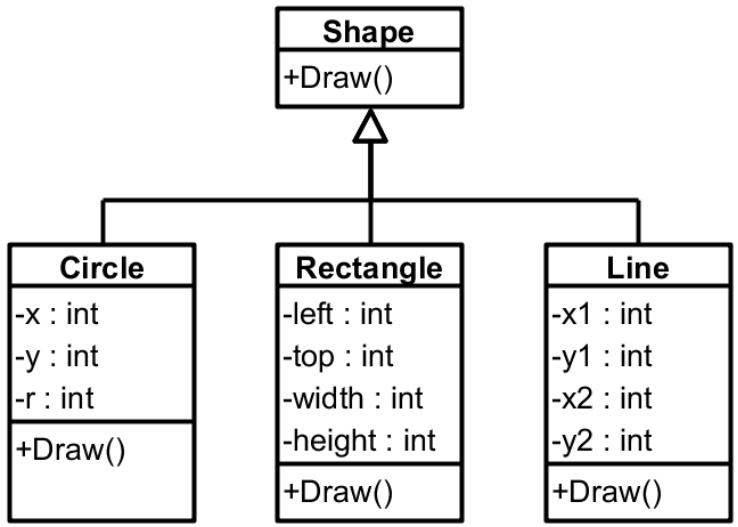
- Каждый объект на самом деле имеет много типов — свой и всех своих предков
- Его «настоящий» тип — **тип времени выполнения**
- Тип, по которому мы с ним работаем в конкретном месте программы — **тип времени компиляции**

Пример:

```
Shape a = new Circle();
```

Тип времени компиляции — *Shape*, следовательно у a можно вызывать только методы *Shape*.
Тип времени выполнения — *Circle*.

Полиморфизм

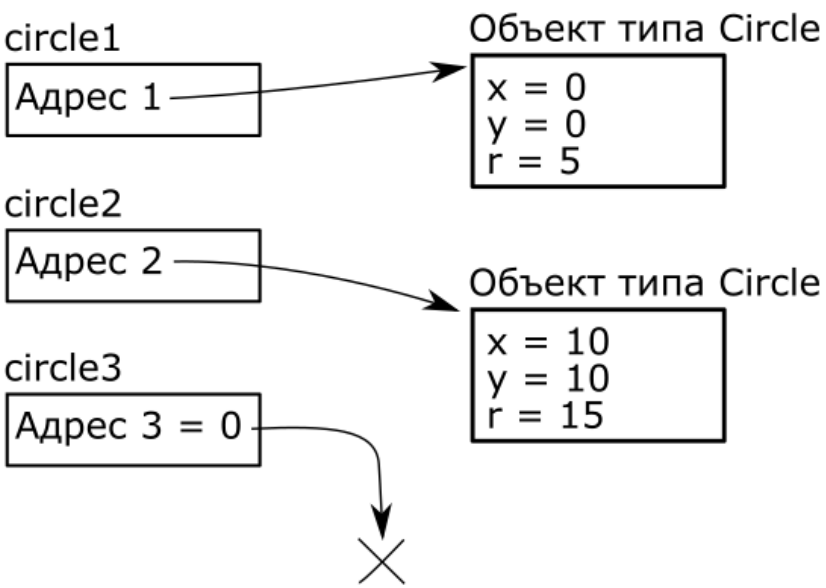


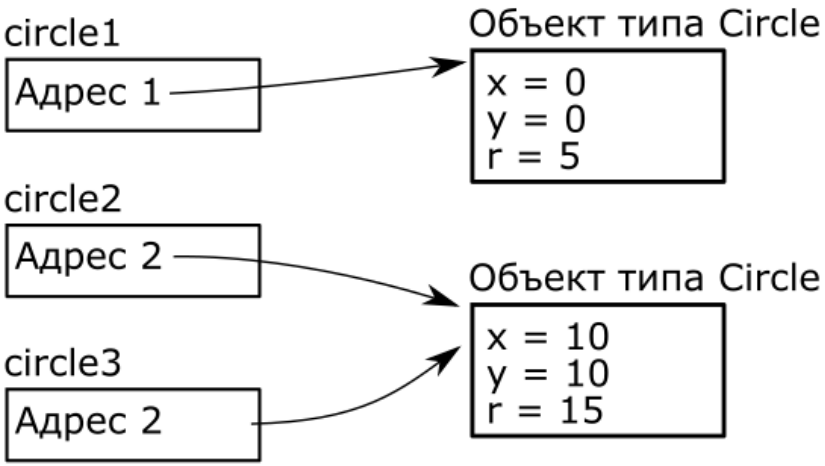

```
List<Shape> shapes = new List {
        new Circle(0, 0, 5), new Line(0, 0, 10, 10) };

foreach (var shape in shapes)
{
    shape.Draw();
}
```

Абстрактные классы

- Иногда у предка нет разумного поведения по умолчанию
  - Например, что такое *Draw* для просто *Shape*?
- Такие методы не реализуются, а остаются **абстрактными**
- Если у класса есть хоть один абстрактный метод, он не может порождать объекты
  - То есть сам класс является абстрактным
- **Интерфейс** — класс, у которого все методы абстрактные
  - Например, *Shape* мог бы быть интерфейсом
- На самом деле, интерфейс — это контракт класса

Ссылочные типы и типы-значения






```
var circle1 = new Circle(0, 0, 5);
var circle2 = new Circle(10, 10, 15);
var circle3 = null;

circle3 = circle2;
```

Ссылочные типы и типы-значения в C#

Ссылочные типы:

- Пользовательские классы
- Строки
- Массивы
- Исключения
- Делегаты

Типы-значения:

- Примитивные типы
- Перечисления
- Структуры

Пример

```
static void Add(string s1, string s2, string s3)
{
    s3 = s1 + s2;
}

private static void Main(string[] args)
{
    string s1 = "a";
    string s2 = "b";
    string s3 = "c";
    Add(s1, s2, s3);
}
```

Передача параметров по ссылке

```
static void Add(string s1, string s2, ref string s3)
{
    s3 = s1 + s2;
}

private static void Main(string[] args)
{
    string s1 = "a";
    string s2 = "b";
    string s3 = "c";
    Add(s1, s2, ref s3);
}
```

Out-параметры

```
static void Add(string s1, string s2, out string s3)
{
    s3 = s1 + s2;
}

private static void Main(string[] args)
{
    string s1 = "a";
    string s2 = "b";
    Add(s1, s2, out string s3);
    Console.WriteLine(s3);
}
```

На самом деле, это не нужно

```
static string Add(string s1, string s2)
{
    return s1 + s2;
}

private static void Main(string[] args)
{
    string s1 = "a";
    string s2 = "b";
    string s3 = Add(s1, s2);
    Console.WriteLine(s3);
}
```

C# умеет возвращать пары, тройки и т.д.

Конструкторы

```
class Circle
{
    public Circle(int x, int y, int r)
    {
        this.x = x;
        this.y = y;
        this.r = r;
    }

    private int x;
    private int y;
    private int r;
}
```

Перегрузка конструкторов, chaining

```
class Circle
{
    public Circle(int x, int y, int r)
    {
        this.x = x;
        this.y = y;
        this.r = r;
    }

    public Circle(int r)
        : this(0, 0, r)
    {
    }

    private int x;
    private int y;
    private int r;
}
```

Наследование (1)

```
class Shape
{
    public Shape()
    {
    }

    public Shape(int x, int y)
    {
        this.x = x;
        this.y = y;
    }

    protected int x;
    protected int y;
}
```

Наследование (2)

```
class Circle : Shape
{
    Circle(int x, int y, int r)
    {
        this.x = x;
        this.y = y;
        this.r = r;
    }

    Circle(int r)
        : base(0, 0)
    {
    }

    private int r;
}
```

Интерфейсы

```
interface IDrawable
{
    void Draw();
}
```

Реализация интерфейса

```
class Shape : IDrawable
{
    public void Draw()
    {
        Console.Write("Drawing Shape");
    }

    protected int x;
    protected int y;
}
```

Явная реализация интерфейса

```
class Shape : IDrawable
{
    void IDrawable.Draw()
    {
        Console.Write("Drawing Shape");
    }

    protected int x;
    protected int y;
}
```

Зачем

```
interface IDrawable {
    void Draw();
}

interface IMySpecialDrawable {
    void Draw();
}

class Shape : IDrawable, IMySpecialDrawable
{
    void IDrawable.Draw()
        => Console.Write("Drawing Shape");

    void IMySpecialDrawable.Draw()
        => Console.Write("Drawing Shape, but completely unrelated to IDrawable");

    protected int x;
    protected int y;
}
```

И вот что будет

```
var shape = new Shape();
shape.Draw();  // Ошибка компиляции
((IDrawable)shape).Draw();  // Drawing Shape
((IMySpecialDrawable)shape).Draw();  // Drawing Shape, but...
```

Абстрактные классы

```
abstract class Shape
{
    public Shape()
    {
    }

    public abstract void Draw();

    protected int x;
    protected int y;
}
```

Виртуальные методы (1)

```
class Shape
{
    public virtual void Draw()
    {
        Console.WriteLine(
            $"Drawing Shape with coords ({x}, {y})");
    }

    protected int x;
    protected int y;
}
```

Виртуальные методы (2)

```
class Circle : Shape
{
    public Circle(int x, int y, int r)
    {
        this.x = x;
        this.y = y;
        this.r = r;
    }

    public override void Draw()
    {
        Console.WriteLine($"Drawing Circle with radius {r}");
    }

    private int r;
}
```

Виртуальные методы (3)

```
class Rectangle : Shape
{
    public Rectangle(int x, int y, int width, int height)
    {
        this.x = x;
        this.y = y;
        this.width = width;
        this.height = height;
    }
    public override void Draw()
    {
        base.Draw();
        Console.WriteLine(
            $"Drawing Rectangle with width={width} and height={height}");
    }
    protected int width;
    protected int height;
}
```

Виртуальные методы (4)

```
private static void Main(string[] args)
{
    var circle = new Circle(0, 0, 10);
    var rectangle = new Rectangle(0, 0, 10, 10);
    var list = new System.Collections.Generic.List<Shape>();
    list.Add(circle);
    list.Add(rectangle);
    foreach (var shape in list)
    {
        shape.Draw();
    }
}
```

Абстрактные методы

```
abstract class Shape
{
    public abstract void Draw();

    protected int x;
    protected int y;
}
```

Перевведение методов, new (1)

```
class Shape
{
    public virtual void Draw()
    {
        Console.WriteLine(
              $"Drawing Shape with coords ({x}, {y})");
    }

    protected int x;
    protected int y;
}
```

Перевведение методов, new (2)

```
class Circle : Shape
{
    public Circle(int x, int y, int r)
    {
        this.x = x;
        this.y = y;
        this.r = r;
    }

    public new void Draw()
    {
        Console.WriteLine($"Drawing Circle with radius {r}");
    }

    private int r;
}
```

Перевведение методов, new (3)

```
Circle circle1 = new Circle(10, 10, 3);
Shape circle2 = new Circle(10, 10, 3);
var circle3 = new Circle(10, 10, 3);

circle1.Draw();
circle2.Draw();
circle3.Draw();
```

Лучше про это забыть и никогда не пользоваться, хотя на собеседованиях спрашивают

Модификаторы видимости

- **public** — применяется к типам и членам, доступ без ограничений
- **protected** — применяется только к членам, доступ в типе и потомках
- **internal** — применяется к типам и членам, доступ внутри сборки
- **protected internal** — применяется к типам и членам, доступ внутри сборки **или** в потомках
- **private** — применяется к типам и членам, доступ только внутри типа
- По умолчанию для типов **internal**, для членов — **private**

Другие модификаторы

- **partial** — «частичный» класс, декларирует, что определение класса разбито на несколько файлов
  - Для интеграции сгенерированного и рукописного кода, не используйте без нужды
- **sealed** — запрещение наследования от класса
- **static** — не может быть инстанцирован, может содержать только **static**-методы

Вложенные классы

```
class Circle
{
   private readonly Point pos;
   private readonly int r;

   private class Point
   {
      public int x;
      public int y;
   }

   public Circle(int x, int y, int r)
   {
      pos = new Point {x = 10, y = 10};
      this.r = r;
   }

   public void Draw() =>
      Console.WriteLine($"({pos.x}, {pos.y}), radius {r}");
}
```

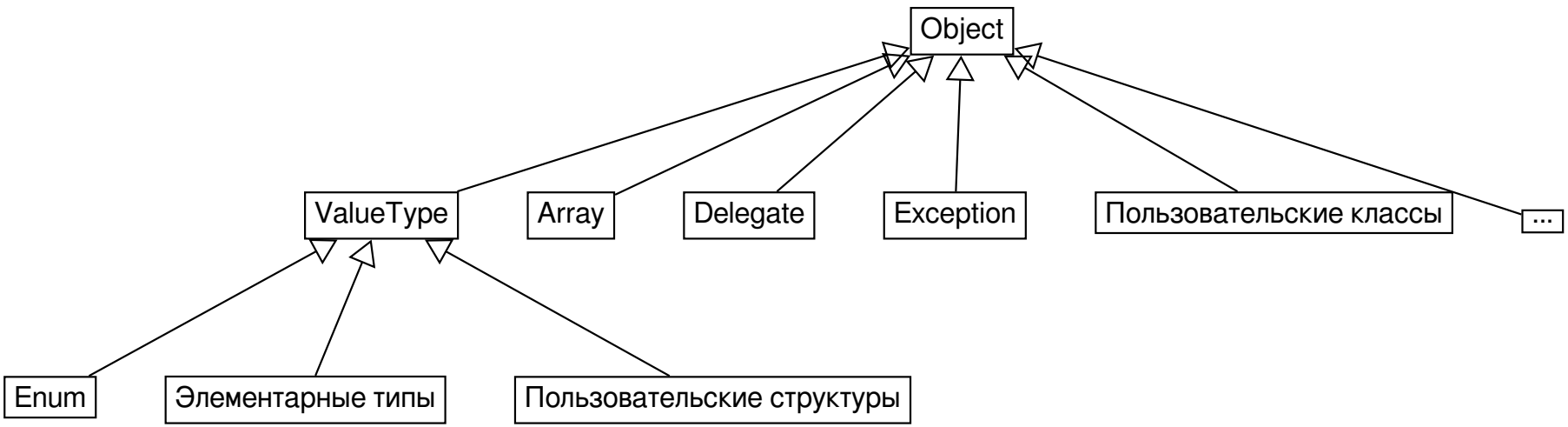
Преобразования типов

```
Shape shape = new Circle();
Circle circle = (Circle)shape;

Circle circle = shape as Circle;

if (shape is Circle)
{
    Circle circle = (Circle)shape;
}

if (shape is Circle circle)
{
}
```

Сопоставление шаблонов

```
switch (shape)
{
    case Circle c:
        WriteLine($"circle with radius {c.Radius}");
        break;
    case Rectangle s when (s.Length == s.Height):
        WriteLine($"{s.Length} x {s.Height} square");
        break;
    case Rectangle r:
        WriteLine($"{r.Length} x {r.Height} rectangle");
        break;
    default:
        WriteLine("<unknown shape>");
        break;
    case null:
        throw new ArgumentNullException(nameof(shape));
}
```

Иерархия основных классов



Методы System.Object

- Equals — виртуальный
- GetHashCode — виртуальный
- ToString — виртуальный
- GetType — невиртуальный
- MemberwiseClone — невиртуальный защищённый
  - Создаёт объект, не вызывая конструктор
- Finalize — виртуальный защищённый

Объекты в памяти

```
void Example()
{
    Employee e =
        new Manager();
    e.GenProgressReport();
}
```