

# Объектно-ориентированное программирование

## Введение

Кафедра ИВТ и ПМ

2018

# План

Введение в ООП

Декомпозиция

Абстрактный тип данных  
Пример

Принципы ООП

Отношения между классами и UML диаграммы

Ссылки и литература

# Outline

Введение в ООП

Декомпозиция

Абстрактный тип данных  
Пример

Принципы ООП

Отношения между классами и UML диаграммы

Ссылки и литература

# Структурное программирование

- ▶ Что такое структурное программирование?
- ▶ Что такое процедурное программирование?
- ▶ Что такое модульное программирование?

# Outline

Введение в ООП

**Декомпозиция**

Абстрактный тип данных

Пример

Принципы ООП

Отношения между классами и UML диаграммы

Ссылки и литература

# Декомпозиция

- ▶ Большие программы создавать сложно
- ▶ Декомпозиция - разделение предметной области, задач и исходного кода на части - упрощает разработку.

- ▶ **Алгоритмическая декомпозиция** используется в структурном программировании.
  - ▶ Задачи разбиваются на подзадачи
  - ▶ Решение задачи и сама программа - *процесс*
  - ▶ Структуры данных - вторичны

Однако мир представляет собой совокупность взаимодействующих объектов...

- ▶ **Объектно-ориентированная декомпозиция**
  - ▶ Предметная область представляется разбивается на объекты
  - ▶ Задача представляется как взаимодействие отдельных объектов.



# ООП

- ▶ Практически все языки программирования поддерживают ООП
- ▶ ООП - самая популярная парадигма программирования

# Объектно-ориентированная декомпозиция

*"Вместо процессоров, бесцеремонно расхватывающих структуры данных, мы имеем дело с благонаправленными объектами, вежливо просящими друг друга об услугах."*

– Г. Буч. Объектно-ориентированный анализ и проектирование с примерами приложений

# Объектно-ориентированная декомпозиция

## Пример.

- ▶ Главное окно программы можно представить объектом
- ▶ Этот объект состоит из других объектов - кнопок, надписей, полей ввода и т.д.
- ▶ Файл - тоже представляется объектом.
- ▶ В файле может храниться набор сведений (таблица), например телефонная книга.
- ▶ Каждая запись в телефонной книге - объект.
- ▶ Эти объекты можно показать (в том или ином виде) в таблице на главном окне.
- ▶ Объект файл - читает содержимое конкретного файла. Создаёт на основе прочитанной информации набор других объектов - записей телефонной книги.
- ▶ Главное окно записывает загруженные записи в таблицу
- ▶ Таблица отображает данные на главном окне

*"Объект - это мыслимая или реальная сущность, обладающая характерным поведением и отличительными характеристиками и являющаяся важной в предметной области"*

– Г. Буч

Примеры объектов?

# Объект

- ▶ Объект обладает поведением - может что-то делать  
Кот умеет мяукать, спать и есть
- ▶ Объект обладает характеристиками - по ним можно отличить один объект от другого  
Этот кот белый, с зелёными глазами и мягкой шёрсткой
- ▶ Объект важен в предметной области

# Outline

Введение в ООП

Декомпозиция

**Абстрактный тип данных**

Пример

Принципы ООП

Отношения между классами и UML диаграммы

Ссылки и литература

# Объекты могут быть похожи

- ▶ Некоторые объекты могут обладать одинаковым набором свойств.
- ▶ Например записи в телефонной книге.
- ▶ У этих объектов два свойства: номер телефона и имя абонента.
- ▶ Другие объекты могут обладать другим набором свойств
- ▶ Поэтому возникает необходимость описывать общие свойства для групп объектов чтобы отличать их друг от друга.



# Объекты могут быть похожи

- ▶ Над объектами с одинаковым набором свойств можно совершать одинаковый набор действий
- ▶ Например над объектами - записями телефонной книги - можно совершать действия:
  - ▶ изменения номера телефона,
  - ▶ изменение имени абонента,
  - ▶ форматирование номера телефона (преобразование +79991234567 -> +7-999-123-45-57)

# Объекты могут быть похожи

Для описания общности объектов с одинаковыми свойствами и действиями используется **абстрактный тип данных**.

# Абстрактный тип данных

**Абстрактный тип данных (АТД, Abstract Data Type - ADT)** — это математическая модель для типов данных, где тип данных определяется поведением (семантикой) с точки зрения пользователя данных, а именно в терминах возможных значений, возможных операций над данными этого типа и поведения этих операций.

# Абстрактный тип данных

**АТД** позволяет описать тип данных независимо от языка программирования.

Но как и в языках программирования, в описании АДТ существуют договорённости по структуре и стили описания

# Шаблон описание абстрактного типа данных

## ADT НаименованиеАбстрактногоТипаДанных

- ▶ **Данные**

... перечисление данных ...

- ▶ **Операции**

- ▶ **Конструктор**

Начальные значения:

Процесс:

- ▶ **Операция. . .**

Вход:

Предусловия:

Процесс:

Выход:

Постусловия:

- ▶ **Операция. . . . .**

Конец ADT НаименованиеАбстрактногоТипаДанных

# Абстрактный тип данных

- ▶ Данные - набор из общих свойств для описываемой общности объектов
- ▶ Операции - действия которые можно совершать над данными
  - ▶ Вход - необходимые входные данные для совершения операции. Могут отсутствовать.
  - ▶ Предусловия - требования к входным данным, при соблюдении которых операция может быть произведена
  - ▶ Процесс - совершаемые действия
  - ▶ Выход - выходные данные, получаемые после совершения действия. Могут отсутствовать.
  - ▶ Требования к данным, которые должны быть соблюдены после выполнения действия.

# Объектно-ориентированная декомпозиция

*"Вместо процессоров, бесцеремонно расхватывающих структуры данных, мы имеем дело с благонаправными объектами, вежливо просящими друг друга об услугах."*

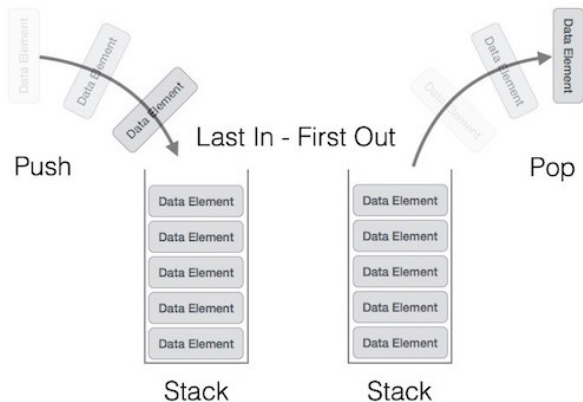
– Г. Буч. Объектно-ориентированный анализ и проектирование с примерами приложений

- ▶ Изменение данных (значений для свойств) объекта - услуга которую оказывает объект.
- ▶ Чтение кем либо данных из объекта - тоже услуга объекта.
- ▶ Поэтому чтение и изменение данных - это отдельные операции.
- ▶ Такие операции приводят для каждого из свойств объекта.

# Абстрактный тип данных

Пример: стек

**Стек** - абстрактный тип данных, представляющий собой список элементов, организованных по принципу LIFO (англ. last in — first out, «последним пришёл — первым вышел»)





# Outline

Введение в ООП

Декомпозиция

Абстрактный тип данных  
Пример

Принципы ООП

Отношения между классами и UML диаграммы

Ссылки и литература

# Пример ADT - Стек

## ADT Stack

### ► Данные

Список элементов с позицией top, указывающей на вершину стека.

### ► Операции

#### ► Конструктор

Начальные значения:

Нет

Процесс: Инициализация вершины стека.

#### ► StackEmpty

Вход: Нет

Предусловия: Нет

Процесс: Проверка, пустой ли стек

Выход: Возвращать True, если стек пустой, иначе возвращать False.

Постусловия: Нет

# Пример ADT - Стэк

- ▶ Операции (продолжение)

- ▶ **Pop**

- Вход: Нет

- Предусловия: Стэк не пустой

- Процесс: Удаление элемента из вершины стека

- Выход: Возвращает элемент из вершины стека

- Постусловия: Элемент удаляется из вершины стека

- ▶ **Push**

- Вход: Элемент для стека

- Предусловия: Нет

- Процесс: Сохранение элемента в вершине стека

- Выход: Нет

- Постусловия: Стэк имеет новый элемент в вершине

# Пример ADT - Стэк

- ▶ Операции (продолжение)

- ▶ **Peek** Вход: Нет

- Предусловия: Стек не пустой

- Процесс: Нахождение значения элемента в вершине стека

- Выход: Возвращать значение элемента в вершине стека

- Постусловия: Стек неизменный

- ▶ **ClearStack**

- Вход: Нет

- Предусловия: Нет

- Процесс: Удаление всех элементов из стека и  
переустановка вершины стека

- Выход: Нет

- Постусловия: Стек переустановлен в начальные условия

Конец ADT Stack

## Чем полезен АДТ?

- ▶ Инкапсуляция деталей реализации. Это означает, что единожды инкапсулировав детали реализации работы АДТ мы предоставляем клиенту интерфейс, при помощи которого он может взаимодействовать с АДТ. Изменив детали реализации, представление клиентов о работе АДТ не изменится.
- ▶ Снижение сложности. Путем абстрагирования от деталей реализации, мы сосредотачиваемся на интерфейсе, т.е на том, что может делать АДТ, а не на том как это делается. Более того, АДТ позволяет нам работать с сущностью реального мира.
- ▶ Ограничение области использования данных. Используя АДТ мы можем быть уверены, что данные, представляющие внутреннюю структуру АДТ не будут зависеть от других участков кода. При этом реализуется “независимость” АДТ.
- ▶ Высокая информативность интерфейса. АДТ позволяет представить весь интерфейс в терминах сущностной предметной области, что, согласитесь, повышает удобочитаемость и информативность интерфейса.

# Outline

Введение в ООП

Декомпозиция

Абстрактный тип данных  
Пример

Принципы ООП

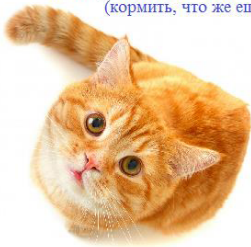
Отношения между классами и UML диаграммы

Ссылки и литература

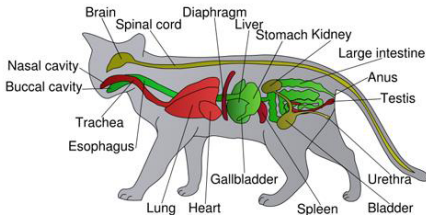
# Принципы ООП

- ▶ **Абстрагирование (Abstraction)** означает выделение значимой информации и исключение из рассмотрения не значимой.

понятно, что делать с объектом  
(кормить, что же еще)

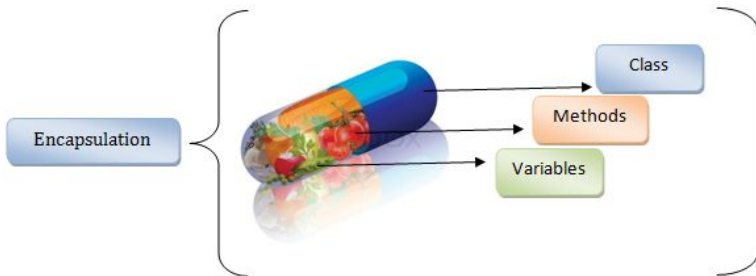


не понятно, как именно взаимодействовать с объектом  
(слишком много деталей)



# Принципы ООП

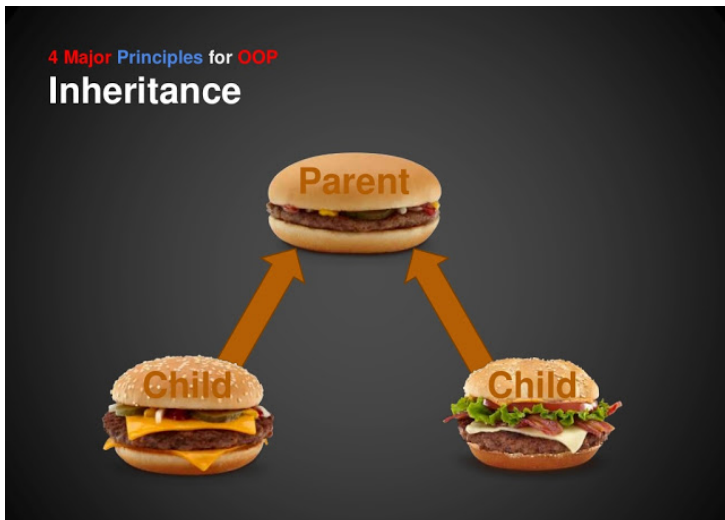
- ▶ **Инкапсуляция (Encapsulation)** - это механизм программирования, объединяющий вместе код и данные, которыми он манипулирует, исключая как вмешательство извне, так и неправильное использование данных. Доступ к коду и данным жестко контролируется интерфейсом.





# Принципы ООП

- ▶ **Наследование (Inheritance)** касается способности языка позволять строить новые определения классов на основе определений существующих классов.



# Принципы ООП

- **Полиморфизм (Polymorphism)** - свойство системы, позволяющее использовать объекты с одинаковым интерфейсом без информации о типе и внутренней структуре объекта.

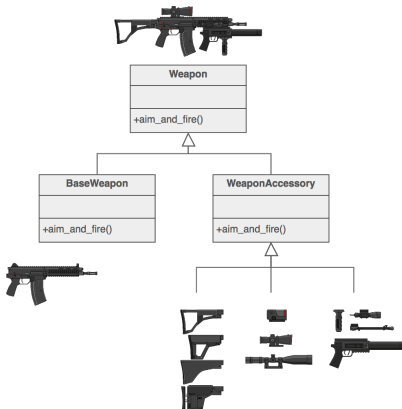


by Sinipull for codecall.net



# Преимущества ООП

- ▶ Использование моделей из окружающего мира - объектов.
- ▶ Объектная декомпозиция.
- ▶ Повторное использование кода (наследование).
- ▶ Соккрытие сложности.



# Классы и объекты

**Класс** — это элемент ПО, описывающий абстрактный тип данных и его частичную или полную реализацию.

Класс - универсальный, комплексный тип данных, состоящий из тематически единого набора **полей** (переменных более элементарных типов) и **методов** (функций для работы с этими полями)

# Классы

- ▶ Какие поля должны быть у классов представляющих ... ?
  - ▶ Студента
  - ▶ Программиста
  - ▶ Шоколадный батончик
  - ▶ Легковой автомобиль
  - ▶ Курсовую работу
  - ▶ Вектор на плоскости
  - ▶ Электронное письмо
  - ▶ Запись трудовой книжке
- ▶ Какие методы должен иметь каждый из классов?

- ▶ Набор полей и методов в классе зависит ещё и от предметной области, в которой класс будет рассматриваться.
- ▶ Для владельца автомобиля важны одни его характеристики, а для автомеханика - другие. Хотя частично эти характеристики для владельца и автомеханика совпадают.
- ▶ *Приведите примеры полей, которые могут быть в классе, с точки зрения автосервиса и с точки зрения автовладельца (который не занимается самостоятельным ремонтом).*

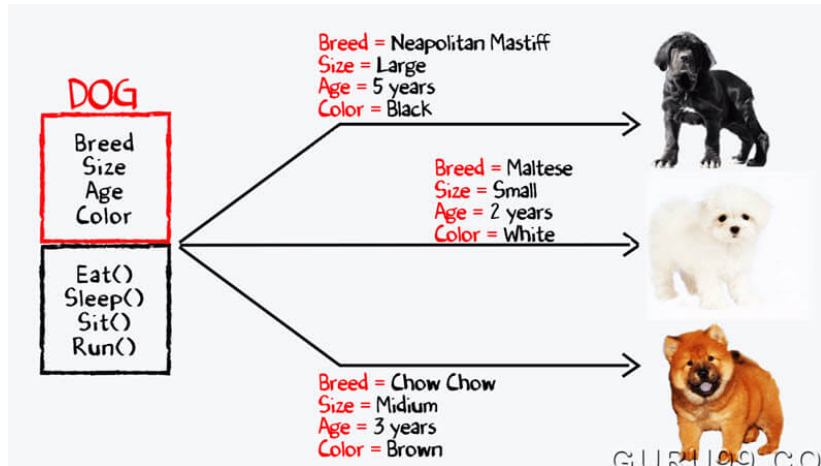
# Классы и объекты

**Объект** - некоторая сущность в компьютерном пространстве, обладающая определённым состоянием и поведением, имеющая заданные значения свойств (атрибутов) и операций над ними (методов).

Объект - это экземпляр класса.

Если в классе может быть определён набор полей (свойств), то в объекте этим полям заданы значения.

# Классы и объекты



Одному классу Dog соответствуют много объектов.



# Основные понятия

**Методы класса** — это его функции.

**Свойства** (атрибуты, поля, информационные члены класса) — его переменные.

**Члены класса** — методы и поля класса.

# Основные понятия

**Интерфейс** совокупность средств, методов и правил взаимодействия (управления, контроля и т.д.) между элементами системы.

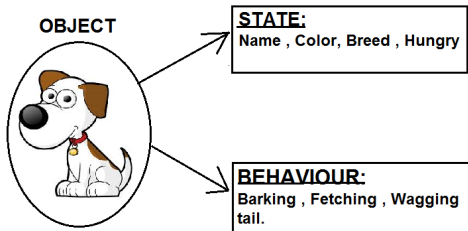
**Интерфейс (ООП)** - то, что доступно при использовании класса извне. Как правило это набор методов.

# Основные понятия

Каждый объект характеризуется:

- ▶ **Состояние** (state) - набор атрибутов, определяющих поведение объекта.
- ▶ **Поведение** (behaviour) - это то, как объект действует и реагирует; поведение выражается в терминах состояния объекта и передачи сообщений.
- ▶ **Идентичность** (уникальность) - это такое свойство объекта, которое отличает его от всех других объектов. Два объекта идентичны если представлены одним и тем же участком памяти.
- ▶ **Равенство** (эквивалентность). Два объекта равны если содержат одинаковые данные.

# Состояние и поведение



state - состояние  
behaviour - поведение

## Равенство и эквивалентность

```
string *s = new string("ABC");  
string *s1 = new string ("ABC");  
string *s2 = s;
```

s и s1 равны

s и s2 эквивалентны (указывают на один и тот же участок памяти)

# Объявление класса в C++

```
class ClassName {  
private:  
    // закрытые члены класса  
    // рекомендуется для описания полей  
public:  
    // открытые (доступные из вне) члены класса  
    // рекомендуется для описания интерфейса  
protected:  
    // защищенных члены класса  
    // доступны только наследникам  
  
    // дружественные функции и классы  
    // модификатор доступа не важен  
friend заголовок-функции;  
friend имя_класса;  
};
```

## Классы и объекты. Пример. C++

```
class Book {  
    public:  
        string title;  
        string author;  
        unsigned pages;  
};  
  
// объекты (экземпляры класса Book)  
Book b1 = {"Code complite", "S. Macconell", 900};  
Book b2 = {"OOA and OOD", "Grady Booch", 897};  
Book b3 = {"Незнайка на Луне", "Носов. Н", 408};  
  
Book b4 = Book();  
Book b5();  
Book b6;
```

при создании объектов b1, b2 и b3 использованы списки инициализации. Такой способ инициализации подходит для иллюстрации создания класса, но нарушает инкапсуляцию.

Объекты b4, b5, b6 будут равны.

# Классы и объекты. Пример. Python

```
class Book:  
    title = ""  
    author = ""  
    pages = 0
```

```
b1 = Book()  
b1.title = "Code complite"  
b1.author = "S. Macconell"  
b1.pages = 900
```



# Описание полей и методов

- ▶ Поля и методы описываются также как и переменные и функции соответственно.
- ▶ Каждый класс неявно содержит специальный указатель на самого себя - `this`<sup>1</sup>.
- ▶ Этот указатель неявно передаётся первым параметром в каждый метод<sup>2</sup>.
- ▶ Если для члена класса не указан модификатор доступа, то считается что он `private`

---

<sup>1</sup> в python это `self`

<sup>2</sup> в python передаётся явно, например: `__init__(self, a, b)`

## Доступ к членам класса

- ▶ доступ через объект или ссылку на объект - операция выбора члена класса `"."`

```
Book b1;  
b1.author = "Станислав Лем";
```

- ▶ доступ с помощью указателя на объект - указатель на член класса `"->"`

```
Book *b2 = new Book();  
b2->author = "Станислав Лем";  
// аналогично  
(*b2).author = "Станислав Лем";
```

## Пример

```
class X {  
private:  
    int val1;  
public:  
    float val2;  
    int *vec;  
    void foo() {  
        this->val1 = 200;  // this - это указатель  
        val1 = 200;  // this можно не указывать при обращении к членам клас  
    }  
};  
...
```

```
X x;  
X *xp = new X();  
x.val1 = 10;  // Ошибка! Поле val1 недоступно извне класса.  
x.val2 = 10;  
x.vec = NULL;  
x.foo();  
xp->val2 = 9000;  
xp->foo();
```

# Некоторые рекомендации.

## Парадигма ООП

- ▶ Поля класса рекомендуется описывать в закрытой области класса (`private`).
- ▶ Для доступа к таким полям создавать методы для получения и задания значения (инкапсуляция).
- ▶ Эти методы должны быть доступны извне класса (`public`)
- ▶ Константность: методы не изменяющие состояние класса нужно помечать спецификатором `const`

```
void foo() const {  
    ...  
}
```

# Инкапсуляция

- ▶ Если поля класса не доступны извне класса (private) ...
- ▶ То для доступа к ним (изменения и получения значения) используются методы
- ▶ Методы, при необходимости, включают в себя предусловия (см. ADT)
- ▶ Таким образом, у пользователя класса не будет возможности изменить данные неправильным способом
- ▶ Такое объединение данных и методов работы с ними называется **инкапсуляцией**
- ▶ Благодаря инкапсуляции с объектом можно работать как с *чёрным ящиком*

# Инкапсуляция

- ▶ Инкапсуляция не обязательно подразумевает *сокрытие данных*
- ▶ Например в Python к данным класса (полям) можно получить непосредственный доступ
- ▶ Тем не менее объект в Python включает в себя методы для работы с данными, а значит принцип инкапсуляции соблюдается

# Некоторые рекомендации

## Стиль кодирования

- ▶ Классы рекомендуется называть используя верблюжью нотацию - CamelCase
- ▶ рекомендуемые имена методов для обращения к полю класса - см. пример
- ▶ Определение класса следует разделять на заголовочный (\*.h) и cpp файл. В cpp файле должны приводится только определения (definition) методов.
- ▶ Имя заголовочного файла должно совпадать с именем класса.

# Пример

## Заголовочный файл MyClass.h

```
class MyClass{
    int _x;

public:
    MyClass();

    int x() const;
    void setX(int x);

    void foo( int x, int y);
};
```

## MyClass.cpp

```
MyClass::MyClass(){
    _x = 42;
    ... }

int MyClass::x() const{
    return _x;}

void MyClass::setX(int x){
    // проверка входных данных
    // если всё ОК:
    _x = x; }

void MyClass::foo(int x, int y){
    ... }
```



## Замечание о способах обмена информации

- ▶ Взаимодействие класса с внешними объектами должно быть реализовано исключительно с помощью методов (и дружественных функций)
- ▶ Если класс должен получить некоторые данные, то необходимо определить метод, который примет эти данные через свои параметры

```
class MyClass{  
    float x;  
    public:  
        void set_x(float x1) {  
            // ... обработка предусловий...  
            this->x = x1;    }  
};  
MyClass my_object;  
float a;  
cin >> a;  
my_object.set_x(a);
```

- ▶ Использование cin или других способов получения данных критикуется так же как функции с побочными эффектами.

## Замечание о способах обмена информации

- То же касается и вывода данных (например с помощью `cout`) внутри методов (если только класс специально для этого не создан)

```
class MyClass{
    float x;
public:
    // ...
    float get_x() {
        return this->x;}
};
MyClass my_object;
// ...
float a = my_object.get_x();
```

- Тем не менее в этом курсе будут встречаться примеры нарушающие эти правила, однако сделано это будет только для иллюстрации рассматриваемых механизмов и концепций ООП

# Outline

Введение в ООП

Декомпозиция

Абстрактный тип данных  
Пример

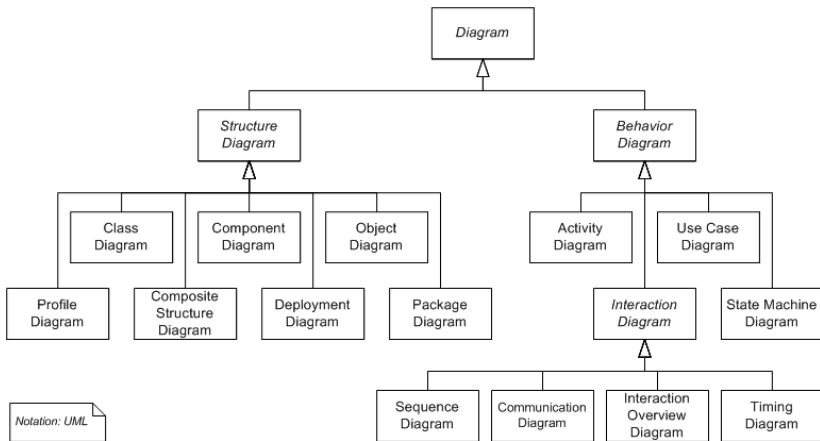
Принципы ООП

Отношения между классами и UML диаграммы

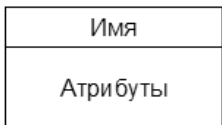
Ссылки и литература

**UML** (Unified Modeling Language — унифицированный язык моделирования) — язык графического описания для объектного моделирования в области разработки программного обеспечения, моделирования бизнес-процессов, системного проектирования и отображения организационных структур.

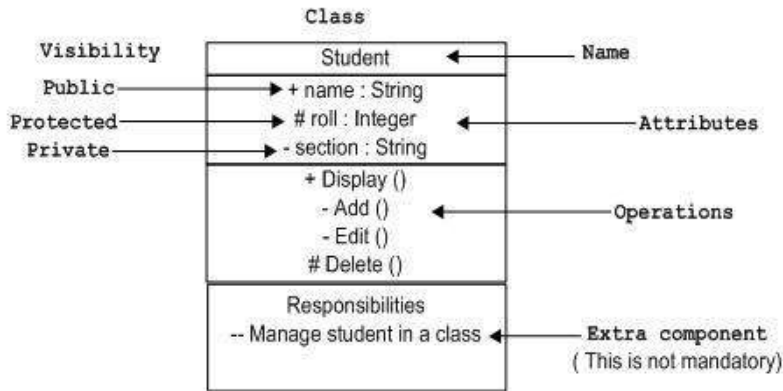
Виды UML диаграмм представленные в виде UML диаграммы.



## Класс на UML диаграмме



# Класс на UML диаграмме



# Отношения между классами

- ▶ обобщение/специализация (generalization/specialization)

кошки - это животные

- ▶ целое/часть (whole/part)

двигатель - часть автомобиля

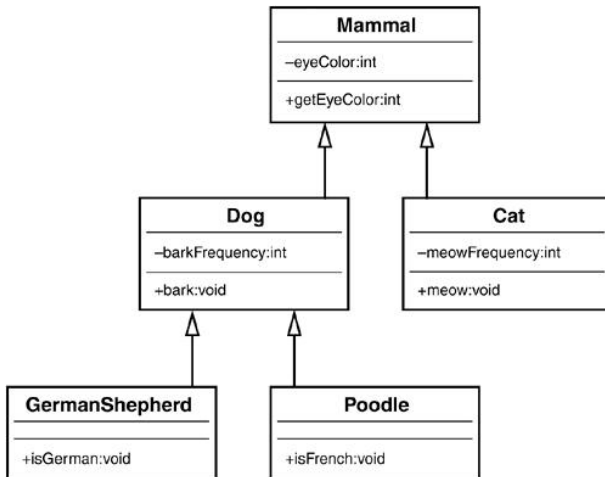
- ▶ ассоциация (семантическая зависимость)

художник - кисть



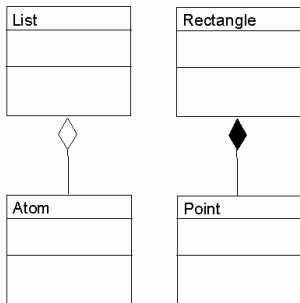
# Обобщение\специализация

## Наследование



Стрелка всегда указывает на базовый (родительский) класс. ▶

## Агрегация и композиция

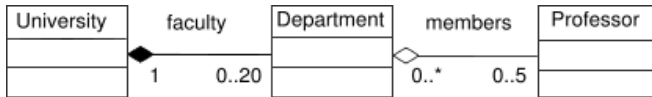


**Агрегация:** агрегирующий объект (в примере list) может не включать в себя экземпляры агрегируемого (в примере atom)

**Композиция:** один объект (в примере Rectangle) не может существовать без своих составляющих (в примере Point)

**Композиция** - более строгий вариант агрегации.

Композиция имеет жёсткую зависимость времени существования экземпляров класса контейнера и экземпляров содержащихся классов. Если контейнер будет уничтожен, то всё его содержимое будет также уничтожено.



Агрегация: профессора - факультеты, профессора остаются жить после разрушения факультета

Композиция: университет - факультеты, факультеты без университета погибают.

# Наследование и агрегация

Часто при построении иерархии классов приходится выбирать между наследованием и агрегацией (композицией)

Наследования - сильный вид отношения, поэтому к нему следует прибегать с осторожностью рассматривая в качестве альтернативы агрегацию.

# Ассоциация

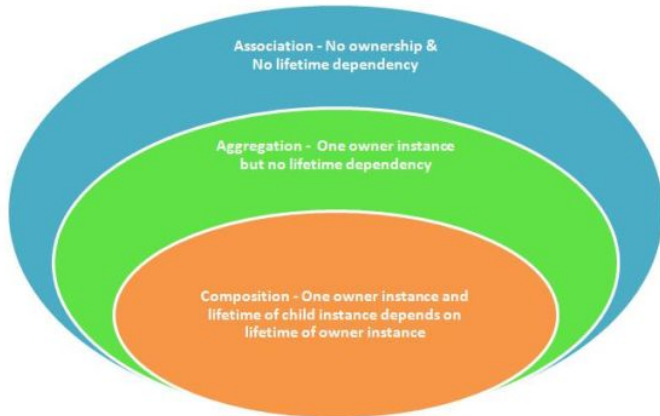
Ассоциация - самый слабый вид отношения из перечислены.



Как правило при ассоциации один класс так или иначе использует другой, но не владеет им.

Например один класс может хранить ссылку на другой, однако при удалении объекта первого класса, второй продолжит существовать.

# Ассоциация - Агрегация - Композиция



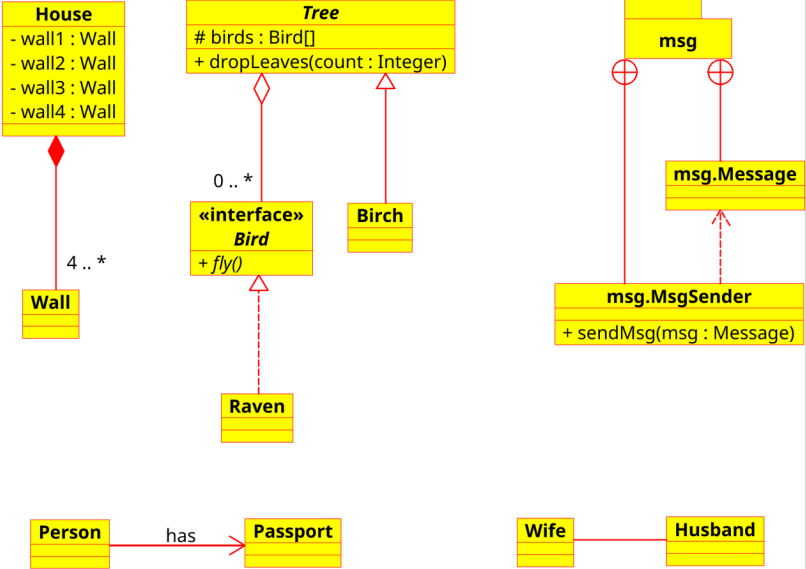
# Мощность отношений (Кратность)

Мощность отношения (мультипликатор) означает число связей между каждым экземпляром класса (объектом) в начале линии с экземпляром класса в её конце.

Мощность:

- ▶ **0..1** Ноль или один экземпляр  
кошка имеет или не имеет хозяина
- ▶ **1** Обязательно один экземпляр  
у кошки одна мать
- ▶ **0..\*** или **\*** Ноль или более экземпляров  
у кошки могут быть, а может и не быть котят
- ▶ **1..\*** Один или более экземпляров  
у кошки есть хотя бы одно место, где она спит

# Пример





# Инструменты для создания диаграмм

- ▶ [draw.io](#) — создание диаграмм.
- ▶ **umbrello** Генерация кода из UML диаграммы
- ▶ **Modellio** Продвинутый инструмент. Относительно сложный интерфейс
- ▶ **Microsoft visio**

# Outline

Введение в ООП

Декомпозиция

Абстрактный тип данных  
Пример

Принципы ООП

Отношения между классами и UML диаграммы

Ссылки и литература

## Ссылки и литература

1. <https://stepik.org/course/7> Программирование на языке C++
2. Г. Буч. Объектно-ориентированный анализ и проектирование с примерами приложений. 720 с. 2010 г. 700 страниц. Теория. Примеры на C++. Картинки! Вторая половина книги - примеры OOA и OOD с UML диаграммами.
3. MSDN - Microsoft Developer Network
4. Qt 5.X. Профессиональное программирование на C++. Макс Шлее. 2015 и более поздние издания г. 928 с. Книга периодически обновляется с выходом новых версий фреймворка Qt.
5. [www.stackoverflow.com](http://www.stackoverflow.com) - система вопросов и ответов
6. [draw.io](http://draw.io) — создание диаграмм.

# Материалы курса

Слайды, вопросы к экзамену, задания, примеры

[github.com/VetrovSV/OOP](https://github.com/VetrovSV/OOP)

