

ООП

Преимущества и недостатки ООП

Преимущества (при создании больших программ):

- использование при программировании понятий, более близких к предметной области;
- локализация свойств и поведения объекта о одном месте, позволяющая лучше структурировать и, следовательно, отлаживать программу;
- возможность создания библиотеки объектов и создания программы из готовых частей;
- исключение избыточного кода за счет того, что можно многократно не описывать повторяющиеся действия;
- сравнительно простая возможность внесения изменений в программу без изменения уже написанных частей, а в ряде случаев и без их перекомпиляции.

Недостатки ООП:

- некоторое снижение быстродействия программы, связанное с использованием виртуальных методов;
- идеи ООП не просты для понимания и в особенности для практического использования;
- для эффективного использования существующих ОО систем требуется большой объем первоначальных знаний.

Свойства ООП

- **Инкапсуляция** - скрытие деталей реализации; объединение данных и действий над ними.
- **Наследование** позволяет создавать иерархию объектов, в которой объекты-потомки наследуют все свойства своих предков. Свойства при наследовании повторно не описываются. Кроме унаследованных, потомок обладает собственными свойствами. Объект в C++ может иметь сколько угодно потомков и предков.
- **Полиморфизм** - возможность определения единого по имени действия, применимого ко всем объектам иерархии, причем каждый объект реализует это действие собственным способом.

Класс (объект) – инкапсулированная абстракция с четким протоколом доступа

Технология разработки ОО программ

В процесс проектирования перед всеми остальными добавляется еще один этап - разработка иерархии классов.

1. в предметной области выделяются понятия, которые можно использовать как классы. Кроме классов из прикладной области, обязательно появляются классы, связанные с аппаратной частью и реализацией
2. определяются операции над классами, которые впоследствии станут методами класса. Их можно разбить на группы:
 - связанные с конструированием и копированием объектов
 - для поддержки связей между классами, которые существуют в прикладной области
 - позволяющие представить работу с объектами в удобном виде.
3. Определяются функции, которые будут виртуальными.
4. Определяются зависимости между классами. Процесс создания иерархии классов - итерационный. Например, можно в двух классах выделить общую часть в базовый класс и сделать их производными.

Классы должны как можно ближе соответствовать моделируемым объектам из предметной области.

Описание класса

```
class <имя>{  
    [ private: ]  
        <описание скрытых элементов>  
    public:  
        <описание доступных элементов>  
};
```

Поля класса:

- могут иметь любой тип, кроме типа этого же класса (но могут быть указателями или ссылками на этот класс);
- могут быть описаны с модификатором **const**;
- могут быть описаны с модификатором **static**, но не как **auto**, **extern** и **register**.

Инициализация полей при описании не допускается.

Классы могут быть **глобальными** (объявленные вне любого блока) и **локальными** (объявленные внутри блока) .

Локальные классы

- внутри локального класса запрещается использовать автоматические переменные из области, в которой он описан;
- локальный класс не может иметь статических элементов;
- методы этого класса могут быть описаны только внутри класса;
- если один класс вложен в другой класс, они не имеют каких-либо особых прав доступа к элементам друг друга

Пример описания класса

```
class monstr{
    int health, ammo;
public:
    monstr(int he = 100, int am = 10)
        { health = he; ammo = am;}
    void draw(int x, int y, int scale, int position);
    int get_health(){return health;}
    int get_ammo(){return ammo;}
};
```

```
void monstr::draw(int x, int y, int scale, int position)
```

```
{/* тело метода */ }
```

```
inline int monstr::get_ammo() {return ammo;}
```

Описание объектов

1. `monstr Vasia;`
2. `monstr Super(200, 300);`
3. `monstr stado[100];`
4. `monstr *beavis = new monstr (10);`
 - `monstr &butthead = Vasia;`

Доступ к элементам объекта

```
int n = Vasia.get_ammo();  
cout << beavis->get_health();
```

Константные объекты и методы

константный объект:

```
const monstr Dead (0,0);
```

Константный метод:

```
int get_health() const {return health;}
```

Константный метод:

- объявляется с ключевым словом **const** после списка параметров;
- не может изменять значения полей класса;
- может вызывать только константные методы;
- может вызываться для любых (не только константных) объектов.

Рекомендуется: применять для методов, которые предназначены для получения значений полей

Указатель this

```
/*Новый метод для класса monstr ,возвращает ссылку на наиболее  
здорового (поле health ) (нужно поместить в секцию public) */  
monstr & the_best(monstr &M){  
    if( health > M.health()) return this;  
    return M;  
}  
monstr Vasia(50), Super(200);  
//Новый объект Best инициализируется значениями полей Super  
... monstr Best = Vasia.the_best(Super);  
/* использование имя поля совпадает с именем параметра  
void cure(int health, int ammo){  
    this -> health += health; //использование this  
    monstr:: ammo += ammo; //использование ::  
}
```

Конструкторы

- Конструктор не возвращает значение, даже типа `void`. Нельзя получить указатель на конструктор.
- Класс может иметь несколько конструкторов с разными параметрами для разных видов инициализации (при этом используется механизм перегрузки).
- Конструктор, вызываемый без параметров, называется конструктором по умолчанию.
- Параметры конструктора могут иметь любой тип, кроме этого же класса. Можно задавать значения параметров по умолчанию. Их может содержать только один из конструкторов.

Конструкторы

- Если программист не указал ни одного конструктора, компилятор создает его *автоматически*. Такой конструктор вызывает конструкторы по умолчанию для полей класса и конструкторы по умолчанию базовых классов.
- *Конструкторы не наследуются.*
- Конструкторы нельзя описывать как **const**, **virtual** и **static**.
- Конструкторы глобальных объектов вызываются до вызова функции `main`.
- Локальные объекты создаются, как только становится активной область их действия.
- Конструктор запускается и при создании временного объекта (например, при передаче объекта из функции).

Вызов конструктора

Вызов конструктора выполняется, если в программе встретилась одна из конструкций:

```
имя_класса имя_объекта [ (список параметров) ] ;  
имя_класса (список параметров) ;  
имя_класса имя_объекта = выражение ;
```

```
monstr Super(200, 300), Vasia(50), Z;  
monstr X = monstr(1000);  
monstr Y = 500;
```

Несколько конструкторов

```
enum color {red, green, blue};  
class monstr{  
    int health, ammo;  
    color skin;  
    char *name;  
public:  
    monstr(int he = 100, int am = 10);  
    monstr(color sk);  
    monstr(char * nam);  
    int get_health(){return health;}  
    int get_ammo(){return ammo;}  
};
```

Реализация конструкторов

```
monstr::monstr(int he, int am)
```

```
    {health = he; ammo = am; skin = red; name = 0;}
```

```
monstr::monstr(color sk){
```

```
    switch (sk){
```

```
        case red : health = 100; ammo = 10; skin = red; name = 0; break;
```

```
        case green: health = 100; ammo = 20; skin = green; name = 0; break;
```

```
        case blue : health = 100; ammo = 40; skin = blue; name = 0; break;
```

```
    }
```

```
}
```

```
monstr::monstr(char * nam){
```

```
    name = new char [strlen(nam) + 1];
```

```
    strcpy(name, nam);
```

```
    health = 100; ammo = 10; skin = red;
```

```
}
```

```
...
```

```
monstr *m = new monstr ("Ork"); monstr Green(green);
```

Список инициализаторов конструктора

```
monstr::monstr(int he, int am):
```

```
    health (he), ammo (am), skin (red), name (0){ }
```

Конструктор копирования

```
T::T(const T&) { /* Тело конструктора */ }
```

- при описании нового объекта с инициализацией другим объектом;
- при передаче объекта в функцию по значению;
- при возврате объекта из функции.
- при обработке исключений.

Пример конструктора копирования

```
monstr::monstr(const monstr &M) {  
    if (M.name) {  
        name = new char [strlen(M.name) + 1];  
        strcpy(name, M.name);  
    }  
    else name = 0;  
    health = M.health; ammo = M.ammo;  
    skin = M.skin;  
}
```

```
monstr Vasia (blue);  
monstr Super = Vasia;  
monstr *m = new monstr ("Ork");  
monstr Green = *m;
```

Статические поля

- Память под статическое поле выделяется один раз

```
class A{  
    public: static int count; /* Объявление */ };  
int A::count; // Определение по умолчанию 0  
// int A::count = 10; Вариант определения
```

- поля доступны через имя класса и через имя объекта:

```
A *a, b; cout << A::count << a->count << b.count;  
//будет выведено одно и то же
```

- На статические поля распространяется действие спецификаторов доступа, поэтому статические поля, описанные как **private**, можно изменить только с помощью статических методов.
- Память, занимаемая статическим полем, не учитывается при определении размера объекта с помощью операции sizeof.

Статические методы

```
class A{
    static int count;//поле count -скрытое
public:
    static void inc_count(){ count++; }
};
```

A::int count;//Определение в глобальной области

```
void f(){
    A a;
    // a.count++ - нельзя
    a.inc_count(); // или A::inc_count();
}
```

Не могут быть константными(const) и виртуальными(virtual)

Дружественные функции и классы

Дружественная функция объявляется *внутри класса*, к элементам которого ей нужен доступ, с ключевым словом **friend**.

- Дружественная функция может быть обычной функцией или методом другого ранее определенного класса.
- Одна функция может быть дружественной сразу несколькими классами.

Дружественные функции - пример

```
class monstr; //Предъявар.объявление класса
class hero{
    public:
        void kill(monstr &);
};
class monstr{
    friend int steal_ammo(monstr &);
    friend void hero::kill(monstr &)
//Класс hero должен быть определен ранее
};
int steal_ammo(monstr &M){return --M.ammo;}
void hero::kill(monstr &M){
    M.health = 0; M.ammo = 0;
}
}
```

Дружественные классы - пример

Если все методы класса должны иметь доступ к скрытым полям другого, весь класс объявляется **дружественным (friend)**

```
class hero{
    ...
    friend class mistress;
}
class mistress{
    ...
    void f1 ();
    void f2 ();
}
```



Функции **f1**, **f2**
являются
дружественными по
отношению к классу
hero

Объявление **friend**
не является
спецификатором
доступа и не
наследуется

Деструкторы

Это особый вид метода, применяющийся для освобождения памяти, занимаемой объектом

Деструктор вызывается автоматически, когда объект выходит из области видимости:

- для *локальных* объектов — при выходе из блока, в котором они объявлены;
- для *глобальных* — как часть процедуры выхода из **main**;
- для *объектов, заданных через указатели*, деструктор вызывается неявно при использовании операции **delete**.

Автоматический вызов деструктора объекта при выходе из области действия указателя на него не производится

```
monstr::~~monstr() {delete [] name;}
```

Деструктор можно вызвать явным образом путем указания полностью уточненного имени, например:

```
monstr *m; ...
```

```
m -> ~monstr();
```

Деструктор:

- не имеет аргументов и возвращаемого значения;
- не может быть объявлен как **const** или **static**;
- не наследуется;
- может быть виртуальным
- Если деструктор явным образом не определен, компилятор автоматически создает пустой деструктор.
- указатель на деструктор определить нельзя

Описывать к классу явным образом, когда объект содержит указатели на память, выделяемую динамически – иначе при уничтожении объекта память на которую ссылались поля-указатели, не будет помечена как свободная

Кроме: Перегрузка операций

`. .* ?: :: # ## sizeof`

- при перегрузке операций сохраняются количество аргументов, приоритеты операций и правила ассоциации (справа налево или слева направо), используемые в стандартных типах данных;
- для стандартных типов данных переопределять операции нельзя;
- функции-операции не могут иметь аргументов по умолчанию;
- функции-операции наследуются (за исключением =);
- функции-операции не могут определяться как `static`.

Функции-операции

Формат:

```
тип operator операция ( список параметров )  
{  
    тело функции  
}
```

Функцию-операцию можно определить:

- как метод класса
- как дружественную функцию класса
- как обычную функцию

Перегрузка унарных операций

1. Внутри класса:

```
class monstr{  
    ...  
    monstr & operator ++()  
        {++health; return *this;}  
}  
  
monstr Vasia;  
cout << (++Vasia).get_health();
```

Перегрузка унарных операций

2. Как дружественную функцию:

```
class monstr{  
    ...  
    friend monstr & operator ++( monstr &M);  
};  
monstr& operator ++(monstr &M) {++M.health; return M;}
```

3. Вне класса:

```
void change_health(int he){ health = he;}  
...  
monstr& operator ++(monstr &M){  
    int h = M.get_health(); h++;  
    M.change_health(h);  
    return M;}
```

Перегрузка постфиксного инкремента

```
class monstr{
    ...
    monstr operator ++(int) {
        monstr M(*this); health++;
        return M;
    }
};
monstr Vasia;
cout << (Vasia++).get_health();
```

Перегрузка бинарных операций

1. Внутри класса:

```
class monstr{  
    ...  
    bool operator >(const monstr &M) {  
        if( health > M.get_health())  
            return true;  
        return false; }  
};
```

2. Вне класса:

```
bool operator >(const monstr &M1, const monstr  
&M2) {  
    if( M1.get_health() > M2.get_health())  
        return true;  
    return false;  
}
```

Перегрузка операции присваивания

операция-функция должна возвращать ссылку на объект, для которого она вызвана, и принимать в качестве параметра единственный аргумент — ссылку на присваиваемый объект

```
const monstr& operator = (const monstr &M){  
    // Проверка на самоприсваивание:  
    if (&M == this) return *this;  
    if (name) delete [] name;  
    if (M.name){name = new char [strlen(M.name) + 1];  
                strcpy(name, M.name);}  
    else name = 0;  
    health = M.health; ammo = M.ammo; skin = M.skin;  
    return *this;}  
}
```

```
monstr A(10), B, C;  
C = B = A;
```

Перегрузка операций `new` и `delete`

- им не требуется передавать параметр типа класса;
первым параметром функциям `new` и `new[]` должен передаваться размер объекта типа `size_t` (это тип, возвращаемый операцией `sizeof`, он определяется в заголовочном файле `<stddef.h>`); при вызове он передается в функции неявным образом;
- они должны определяться с типом возвращаемого значения `void*`, даже если `return` возвращает указатель на другие типы (чаще всего на класс);
- операция `delete` должна иметь тип возврата `void` и первый аргумент типа `void*`;
- операции выделения и освобождения памяти являются статическими элементами класса.

```
class Obj { ... };  
class pObj{  
    ...  
    private:  
        Obj *p;  
};
```

```
pObj *p = new pObj;
```

```
static void * operator new(size_t size);  
void operator delete(void * ObjToDie, size_t size);
```

```
#include <new.h>  
SomeClass a = new(buffer) SomeClass(his_size);
```

Перегрузка операции приведения типа

`operator имя_нового_типа ();`

```
monstr::operator int() {  
    return health;  
}
```

...

```
monstr Vasia; cout << int(Vasia);
```

Перегрузка операции вызова функции

```
class if_greater{
    public:
        int operator () (int a, int b) const
        {
            return a > b;
        }
};

if_greater x;
cout << x(1, 5) << endl; // x.operator () (1, 5)
cout << if_greater() (5, 1) << endl;
```

Перегрузка операции индексирования

```
class Vect{
public:
    explicit Vect(int n = 10);
    //инициализация массивом:
    Vect(const int a[], int n);
    ~Vect() { delete [] p; }
    int& operator [] (int i);
    void Print();
private:
    int* p;
    int size;
};
```

Перегрузка операции индексирования []

```
Vect::Vect(int n) : size(n) { p = new
int[size]; }
Vect::Vect(const int a[], int n) : size(n) {
    p = new int[size]; for (int i = 0; i <
size; i++) p[i] = a[i]; }
int& Vect::operator [] (int i)
{
if(i < 0 || i >= size) {cout << "Неверный
индекс (i = " << i << ")" << endl;
cout << "Завершение программы" << endl;
    exit(0); }
    return p[i];
}
```

Перегрузка операции индексирования

```
void Vect::Print() {
    for (int i = 0; i < size; i++) cout <<
        p[i] << " ";
    cout << endl; }

int main() {
    int arr[10] = {1,2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10};
    Vect a(arr, 10);
    a.Print();
    cout << a[5] << endl;
    cout << a[12] << endl;
    return 0;
}
```

Указатели на элементы классов

Указатель на метод класса:

```
возвр_тип (имя_класса::*имя_указателя)(параметры);
```

описание указателя на методы класса monstr

```
int get_health() {return health;}
```

```
int get_ammo() {return ammo;}
```

имеет вид:

```
int (monstr:: *pget());
```

указатель можно задавать в качестве параметра функции:

```
void fun(int (monstr:: *pget)()){
```

```
    (*this.*pget)();    // Вызов функции через операцию (.*)
```

```
    (this->*pget)();    // Вызов функции через операцию  
(->*)
```

```
}
```

```
//Присваивание значения указателю на метод класса:  
    pget = & monstr::get_health;  
    monstr Vasia, *p;    p = new monstr;  
  
//Вызов через операцию .* :  
    int Vasin_health = (Vasia.*pget) ();  
  
//Вызов через операцию ->* :  
    int p_health = (p->*pget) ();
```

Правила использования указателей на методы классов:

- Указателю на метод можно присваивать только адреса методов, имеющих соответствующий заголовок.
- Нельзя определить указатель на статический метод класса.

Нельзя преобразовать указатель на метод в указатель на обычную функцию, не являющуюся элементом класса

Указатель на поле класса

```
тип_данных (имя_класса :: *имя_указателя) ;
```

В определение указателя можно включить его инициализацию:

```
&имя_класса :: имя_поля ; // Поле должно быть public
```

Если бы поле **health** было объявлено как **public**, определение указателя на него имело бы вид:

```
int (monstr::*phealth) = &monstr::health;  
cout << Vasia.*phealth; // Обращение через операцию .*  
cout << p->*phealth; // Обращение через операцию ->*
```

Вложенные классы

- Внутри класса допускается описание новых классов.
- Описания этих классов будут доступны только внутри текущего класса.

Например:

```
class A {  
    class B{
```

```
.....
```

```
};
```

```
};
```

Класс **B** доступен только внутри описания класса **A**.

Рекомендации по составу класса

Как правило, класс как тип, определенный пользователем, должен содержать скрытые (**private**) поля и следующие функции:

1. конструкторы, определяющие, как инициализируются объекты класса;
2. набор методов, реализующих свойства класса (при этом методы, возвращающие значения скрытых полей класса, описываются с модификатором **const**, указывающим, что они не должны изменять значения полей);
3. набор операций, позволяющих копировать, присваивать, сравнивать объекты и производить с ними другие действия, требующиеся по сути класса;
4. класс исключений, используемый для сообщений об ошибках с помощью генерации исключительных ситуаций

Интерфейс и реализация

- Клиент – часть программы, которая создает и использует объекты класса
- Открытый интерфейс класса (объявление класса)
 - соглашение с клиентом, как этот класс будет вести себя

```
class Cat
```

```
{
```

```
public:
```

```
    Cat(int initialAge);
```

```
    ~Cat();
```

```
    int GetAge() const;           // const accessor function
```

```
    void SetAge (int age);
```

```
    void Meow();
```

```
private:
```

```
    int itsAge;
```

```
};
```

Продолжение примера

```
1. // конструктор класса Cat,  
2. Cat::Cat(int initialAge)  
3. {  
4.     itsAge = initialAge;  
5.     std::cout << "Cat Constructor\n";  
6. }  
7.  
8. Cat::~~Cat()           // деструктор не делает ничего  
9. {  
0.     std::cout << "Cat Destructor\n";  
1. }  
2.  
3. int Cat::GetAge() const  
4. {  
5.     return (itsAge++);  
6. }
```

```
1. // реализация открытой функции доступа SetAge,  
2. void Cat::SetAge(int age)  
3. {itsAge = age;}  
  
4. //реализация метода Meow выводит на экран "Meow "  
5. void Cat::Meow() { std::cout << "Meow.\n";}  
  
6. //примеры различных нарушений интерфейса  
7. int main()  
8. {  
9.     Cat Frisky;  
0.     Frisky.Meow();  
1.     Frisky.Bark();  
2.     Frisky.itsAge = 7;  
3.     return 0;  
4. }
```

