Севастопольский государственный университет
Кафедра «Информационные системы»

Курс лекций по дисциплине

«ОБЪЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ"

(ООП)

Лектора: Пелипас Всеволод Олегович
Сметанина Татьяна Ивановна

Лекция 3

Описание класса.
Описание объекта.
Конструкторы и деструкторы классов.
Статические элементы классов.

Объектно-ориентированная технология (парадигма) программирования наиболее распространена и востребована в настоящее время.

При объектно-ориентированном подходе к программированию программа представляет собой совокупность взаимодействующих между собой объектов. Функциональную возможность и структуру объектов задают классы – типы данных, определенные пользователем.

Изучение ООП мы будем проводить на примере объектно-ориентированного языка программирования C++.

Язык C++ был создан Б. Страуструпом на базе синтаксиса языка C, он вобрал в себя некоторые концепции из других языков. Например, концепция классов взята из языка Simula, а концепция наследования – из языка Smalltalk.

Основные механизмы ООП

Во всех объектно-ориентированных языках программирования реализованы следующие основные механизмы ООП:

- инкапсуляция;
- наследование;
- полиморфизм.

1) **Инкапсуляция** – механизм, связывающий вместе код и данные, которыми он манипулирует, и одновременно защищающий их от произвольного доступа со стороны другого кода, внешнего по отношению к рассматриваемому.

2) **Наследование** – механизм, с помощью которого один объект (производного класса) приобретает свойства другого объекта (родительского, базового класса).

3) **Полиморфизм** – механизм, позволяющий использовать один и тот же метод для разных типов данных.

Описание класса

Класс является абстрактным типом данных, определяемым пользователем, и представляет собой модель реального объекта в виде данных и функций для работы с ними.

Данные класса называются **полями** (по аналогии с полями структуры), а функции класса – **методами**. Поля и методы называются **элементами** класса. Формат описания класса:

```
class <Имя класса> {
  [private:]  <описание скрытых элементов>; //по умолчанию
   [protected:]  <описание защищенных элементов>;
   [public:]       <описание доступных элементов>;
 };                    // Описание заканчивается точкой с запятой
```

private элементы класса (поля и методы) доступны только методам класса.

protected – доступны методам класса и классов-наследников.

public – доступны в пределах видимости (в том числе из методов других классов).

Описание класса

Пример:

```
class student
{              // поля
   char name[30]; // имя
   int number;             // номер зачетки
   int year_birth, year_start;  // год рождения и поступления
   int mark_m, mark_inf, mark_rus;  // оценки при поступлении
   bool need_hostel;              // нуждается ли в общежитии
  public:   // спецификатор доступа
                           // методы
     void inp_data();     // заполнение полей
     void out_data();     // просмотр
// вычисление среднего балла
float average_mark() {
   return (mark_m + mark_inf + mark_rus)/3;}
// вычисление возраста поступившего
   int age() {return (year_birth - year_start);}
};
```

} объявление

} описание

Описание класса

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**, при этом они инициализируются только один раз (с помощью конструктора) и не могут изменяться;
- могут быть описаны с модификатором **static**, но не как **auto**, **extern** и **register**.

Инициализация полей при описании не допускается.

Классы могут быть глобальными (объявленными вне любого блока) и локальными (объявленными внутри блока, например, функции или другого класса).

Описание класса

Все методы класса имеют непосредственный доступ к его скрытым полям (тела функций класса входят в область видимости **private** элементов класса).

В приведенном классе содержится два определения методов и два объявления (методы **average_mark()** и **age()**). Если тело метода определено внутри класса, он является встроенным (**inline**). Как правило, встроенными делают короткие методы. Если внутри класса записано только объявление (заголовок) метода, сам метод должен быть определен в другом месте программы с помощью операции доступа к области видимости (**::**):

Описание класса

```
void  student::inp_data()
{
  cout<<"name ";                cin>>name;
  cout<<endl<<"number ";        cin>>number;

  cout<<endl<<"year_birth and year_start";
       cin>>year_birth>>year_start;

  cout<<endl<<"mark_m, mark_inf, mark_ru ";
        cin>> mark_m >> mark_inf >> mark_rus;

  cout<<endl<<" need_hostel ";
        cin>> need_hostel;
 }
```

Описание класса

```
//-------------------------------------------------
void student::out_data ()
 {
  cout<<"------student----------"<<endl;
  cout<<"name ="<<name<<endl;
  cout<<"number ="<<number<<endl;
  cout<<"year_birth and year_start:"<<year_birth<<' `
           << year_start <<endl;
  cout<<" mark_m, mark_inf, mark_rus:"<< mark_m<<' `
      << mark_inf <<' '<< mark_rus<<endl;
  cout<<" need_hostel - "<< need_hostel <<endl;
 }
```

Описание объектов

Конкретные переменные типа «класс» называются **экземплярами класса**, или **объектами**. Время жизни и видимость объектов зависит от вида и места их описания и подчиняется общим правилам C++.

```
student ivanov; // объект класса student
student *st1= new student; // указатель
student &st2=ivanov;    // ссылка
```

Описание объектов

При создании каждого объекта выделяется память, достаточная для хранения всех полей. Доступ к элементам объекта осуществляется через операцию **.** (точка) при обращении к элементу через имя объекта и операцию -> при обращении через указатель, например:

```
float sr=ivanov.average_mark();
       // cout<<ivanov.average_mark()<<endl;
cout<<st1->average_mark ()<<endl;
cout<<st2.average_mark()<<endl;
```

Обратиться таким образом можно только к элементам со спецификатором **public**.

Примеры описания классов и объектов

Рассмотрим класс «автомобиль».

Примеры описания классов и объектов

Класс «автомобиль».

Поля: (свойства) масса, количество дверей, размеры, название

Методы: (действия) вычисление каких-то характеристик

Объекты: (конкретные экземпляры)

Феррари, Ламборджини, Ягуар, BMW и т.д.

Примеры описания классов и объектов

Рассмотрим класс «планета».

Примеры описания классов и объектов

Класс «планета».

Поля: размер орбиты, диаметр планеты, масса и т.д.

Методы: вычисление положения относительно чего-нибудь

Объекты: Марс, Венера, Земля, Сатурн

Примеры описания классов и объектов

Рассмотрим класс «стол».

Примеры описания классов и объектов

Рассмотрим класс «самолет».

Описание объектов

Получить или изменить значения элементов со спецификатором **private** можно только через обращение к соответствующим методам.

Пример1: создадим класс **class_a:**

```
class class_a {          //по умолчанию private
    int i;
    void f(int _i) {i=_i;} //!!!!!
 };

main() {
 class_a ob1; // создадим объект
   ob1.i=10; // нельзя, т.к. i - private
   ob1.f(10); // нельзя, т.к. f() - private
}
```

Исправим:

Описание объектов

```
class class_a {
   public:  int i;
            void f(int _i) {i=_i;}
 };
main() {
   class_a ob1;
   ob1.i=10;
   ob1.f(10);
}
```

Не стоит поля делать общедоступными, поэтому правильный вариант:

```
class class_a {
  private: int i;
  public:  void f(int _i) {i=_i;}
};
```

Обращение к данным через методы позволяет достичь полного контроля (проверка допустимых значений, проверка возможности присваивания).

Описание объектов

Метод класса может быть описан **private**, но тогда он доступен для вызова только из методов этого же класса.

```
class class_a{
   int i;          // по умолчанию private
   void f1(){cout<<i;}
   public:
   void f2(int _i) {
                        i=_i;
                        f1(); // вызов защищенного метода f1()
                      }
};

main() {
 class_a ob1;
  ob1.f2(12); // допустимо
  ob1.f1();   // недопустимо
}
```

Указатель this

Каждый объект содержит свой экземпляр полей класса. Методы класса находятся в памяти в единственном экземпляре и используются всеми объектами совместно, поэтому необходимо обеспечить работу методов с полями именно того объекта, для которого они были вызваны. Это обеспечивается передачей в функцию скрытого параметра this, в котором хранится константный указатель на вызвавший функцию объект. Указатель this неявно используется внутри метода для ссылок на элементы объекта. В явном виде этот указатель применяется в основном для возвращения из метода указателя (return this;) или ссылки (return *this;) на вызвавший объект.

Работу с this рассмотрим более подробно позже.

Конструкторы

В каждом классе есть хотя бы один метод, имя которого совпадает с именем класса. Он называется **конструктором** и вызывается автоматически при создании объекта класса.

Конструктор предназначен для инициализации объекта и выделения памяти. Рассмотрим на примере описания класса **book**:

```
 class book {
        char name[30];
         int pages;
 public: //конструктор без параметров
  book() {strcpy(name, "\0"  ); pages=0;
           cout<< "конструктор без параметров ";}
  book(char *_name, int _pages=100); //констр. с параметрами
};
  book::book(char *_name, int _pages) {
       pages=_pages;
   strcpy(name, _name); cout<< "конструктор с параметрами";
  }
```

Свойства конструкторов

- 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.

Свойства конструкторов

- 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. В случае, когда класс содержит константы или ссылки, при попытке создания объекта класса будет выдана ошибка, поскольку их необходимо инициализировать конкретными значениями, а конструктор по умолчанию этого делать не умеет.

- Конструкторы **не наследуются**.

- Конструкторы нельзя описывать с модификаторами **const**, **virtual** и **static**.

Свойства конструкторов

- 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).

- Конструктор вызывается, если в программе встретилась какая-либо из синтаксических конструкций:

```
имя_класса имя_объекта [(список параметров)];
// Список параметров не должен быть пустым

имя_класса (список параметров);
// Создается объект без имени (список может быть пустым)

имя_класса имя_объекта = выражение;
// Создается объект без имени и копируется
```

Примеры конструкторов

```
main(){
 book b1; // вызывается конструктор без параметров
 book b2("Garri Potter",1000); // вызыв. констр. с парам.
 book b3("Kolobok");  // вызывается конструктор с парам.
// значения не указанного параметра устанавливаются по
// умолчанию =100
book ("____", 2000); //создается безымянный объект
book b4=book("Potter", 250); //выдел.память под объект b4
// в который копируется безымянный объект.
//…
}
```

Примеры конструкторов

Первый из приведенных выше конструкторов является конструктором по умолчанию, поскольку его можно вызвать без параметров.

Объекты класса **book** теперь можно инициализировать различными способами, требуемый конструктор будет вызван в зависимости от списка значений в скобках.

При задании нескольких конструкторов следует дать возможность компилятору распознать нужный вариант (***списки параметров должны быть различными***).

Программист ***обязательно должен создавать конструктор*** при работе с динамической памятью.

Деструкторы

Деструктор – это метод класса, служащий для выполнения **завершающих действий** с объектом (освобождения памяти занимаемой объектом).

Имя деструктора начинается с тильды (~), непосредственно за которой следует имя класса.

Деструктор вызывается **автоматически**, когда объект выходит из области видимости:

- для локальных объектов – при выходе из блока, в котором они объявлены;
- для глобальных – перед выходом из **main**;
- для объектов, заданных через указатели – деструктор вызывается неявно при использовании операции **delete**.
- **не имеет** аргументов и возвращаемого значения (!!!);
- **не может** быть объявлен как **const** или **static**;

Свойства деструкторов

- **не наследуется**;
- **может** быть виртуальным.

Указатель на деструктор определить **нельзя**.

Если деструктор явным образом не определен, компилятор ***автоматически*** создает пустой деструктор.

У одного класса может быть только ***один*** деструктор.

Описывать в классе деструктор ***явным образом*** требуется в случае, когда объект содержит указатели на память, выделяемую динамически – иначе при уничтожении объекта память, на которую ссылались его поля-указатели, не будет помечена как свободная.

Пример описания класса book

```
#include<iostream>
#include<string.h>
using namespace std;
class book {
       char *name; // указатель на динамическую переменную
       int pages;
 public:
  show(){cout<<" "<<pages<<" "<<name;}
  book();          // объявление конструктора
  ~book();         // объявление деструктора
};
book::book(){     //  описание конструктора
          name = new char[30];
      strcpy(name, "NEW BOOK\0"); pages=100;
      cout<<"конструктор"<<endl;}
book::~book(){    // описание деструктора
         delete []name; cout<<"деструктор"<<endl;}

main(){
      book ob1;
      ob1.show();
}
```

```
конструктор
 100 NEW BOOK
деструктор
```

```
book *ob = new book;
      ob->show();
      delete ob;
```

Деструкторы

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

```
class B { //…
            B();    // конструктор
            ~B();   // деструктор
          };

main(){ //...
        B *ob= new B; // создаем указатель
         //…
        ob->~B();    // вызов деструктора
        //…
}
```

Это может понадобиться для объектов, которым с помощью перегруженной операции **new** выделялся конкретный адрес памяти.
Без необходимости явно вызывать деструктор объекта **не рекомендуется.**

Пример с использованием динамических переменных

Опишем класс – динамический массив из целых чисел

```
#include<iostream.h>
class mas {
        int *x;  // массив
        int size;  // размер

public:
   void input_x(); // объявление функции заполнения
   int max();   // объявление функции поиска максимального

   mas(); // объявление конструктора по умолчанию
   mas(int k); // объявление конструктора с параметром
   ~mas(); // объявление деструктора
};
```

Пример с использованием динамических переменных

```
      // описание конструктора по умолчанию без параметров
mas::mas() {
        cout<<"конструктор по умолчанию"<<endl;
        cout<<"введите размер массива";
        cin>>size;          //заполнение поля size
        x=new int[size];  //выделение памяти
}
      //описание конструктора с параметрами
mas::mas(int k) {
       cout<<"конструктор с параметром"<<endl;
       size=k;              // заполнение поля size
       x=new int[size];  //выделение памяти
}
      // описание деструктора
mas::~mas() {
       cout<<"деструктор"<<endl;
       delete []x;  // освобождение памяти
}
```

Пример с использованием динамических переменных

```
//описание методов класса mas

    // метод - заполнения
void mas::input_x() {
      cout<<"введите элементы массива"<<endl;
      for(int i=0; i<size; i++)
          cin>>x[i];
}

   // метод поиска максимального
int mas::max() {
    int max=x[0];
    for(int i=0; i<size; i++)
       if (x[i]>max) max=x[i];
    return max;
}
```

Пример с использованием динамических переменных

```
//-----------------------------------------------------
int main() {
      // создание объектов класса mass
 mas ob1;      // вызов конструктора по умолчанию
 mas ob2(10); // вызов конструктора с параметрами

// вызов методов
   ob1.input_x();  // заполнение полей объекта ob1
   ob2.input_x();  // заполнение полей объекта ob2

   cout<<"max="<<ob1.max()<<endl; // поиск максимального ob1
   cout<<"max="<<ob2.max()<<endl; // поиск максимального ob2

 // неявный вызов деструктора
}
```

Конструктор копирования

Конструктор копирования – это специальный вид конструктора, получающий в качестве единственного параметра указатель на объект этого же класса:

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

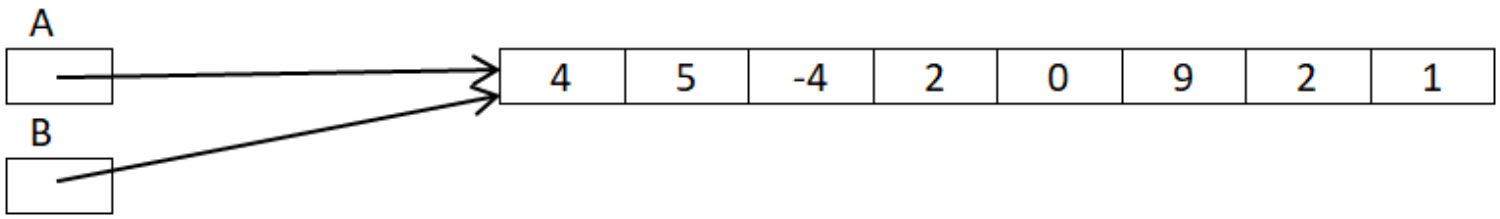
где T – имя класса.

Этот конструктор вызывается в тех случаях, когда новый объект создается путем копирования существующего:

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

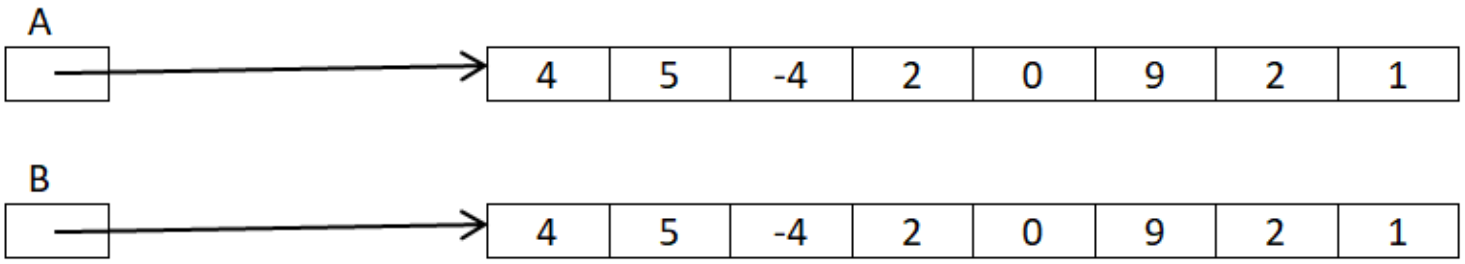
Если программист не указал ни одного конструктора копирования, компилятор создает его автоматически. Такой конструктор выполняет поэлементное копирование полей. Такое копирование называется ***поверхностным*** (***shallow copy***). Если класс содержит указатели или ссылки, это, скорее всего, будет неправильным, поскольку и копия, и оригинал будут указывать на одну и ту же область памяти.

Глубокое и поверхностное копирование




```
int *B;
B=A;
delete [] A;
```

Глубокое и поверхностное копирование




```
int *B= new int [8];
for(int i=0; i<8;i++) B[i]=A[i];
delete [] A;
```

Конструктор копирования

Если один из объектов прекратит свое существование, а второй объект будет указывать на область памяти уже освобожденную, то возникнет паразитный указатель, а работа программы **не будет** стабильной и предсказуемой.

Во избежание подобных проблем, необходимо вместо стандартного конструктора копирования использовать собственный, который будет осуществлять ***глубокое копирование*** с перемещением значений полей, находящихся в динамической памяти.

Конструктор копирования

Запишем конструктор копирования для класса **mas:**

```
mas::mas(mas &ob){ cout<<"конструктор копирования"<<endl;
        size=ob.size;  // заполнение поля size
        x=new int[size]; //выделение памяти

//копирование элементов массива
        for(int i=0; i<size; i++)
             x[i]=ob.x[i];
}

main() {
 mas ob1; ob1.input_x();
//…
   mas ob3(ob1); //вызов конструктора копирования
//…
}
```

Статические элементы класса

С помощью модификатора **static** можно описать статические поля и методы класса.

Статические поля применяются для хранения данных, общих для всех объектов класса, например, количества объектов или ссылки на разделяемый всеми объектами ресурс. Эти поля существуют для всех объектов класса в **единственном** экземпляре, то есть **не дублируются**.

Память под статическое поле выделяется **один раз** при его инициализации независимо от числа созданных объектов (и даже при их отсутствии) и инициализируется с помощью операции доступа к области действия, а не операции выбора:

Статические элементы класса

```
class A {
public:  static int count;
};
int A::count=10; //инициализация произвольным значением

main(){
   A *a, b;
   cout << " " << A::count;
   cout << " " << b.count;
   cout << " " << a->count; }
```
// будет выведено 10 10 10

Статические поля доступны как через имя класса, так и через имя объекта. На статические поля распространяется действие спецификаторов доступа, поэтому статические поля, описанные как **private**, нельзя инициализировать с помощью операции доступа к области видимости. Им можно присвоить значения только с помощью статических методов.

Память, занимаемая статическим полем, не учитывается при определении размера объекта операцией **sizeof**.

Статические элементы класса

Статические поля **нельзя** инициализировать в конструкторе, так как они создаются до создания любого объекта.

Классическое применение статических полей – подсчет объектов. Для этого в классе объявляется целочисленное поле, которое увеличивается в конструкторе и уменьшается в деструкторе.

Статические методы могут обращаться непосредственно только к статическим полям и вызывать только другие статические методы класса, поскольку им не передается скрытый указатель this. Обращение к статическим методам производится так же, как к статическим полям – либо через имя класса, либо, если хотя бы один объект класса уже создан, через имя объекта.

Статические методы **не могут** быть константными (**const**) и виртуальными (**virtual**).

Пример с использованием статических методов

```
class A {
   static int count;  // по умолчанию private
   public: static void f1(){count++;}
 };

int A::count=10; // инициализация произвольным значением

main(){
   A *a, b;
   // изменение поля с помощью статического метода
    A::f1();
    b.f1();
    a->f1();
}
```

Рекомендации по составу класса

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

- конструкторы, определяющие, как инициализируются объекты класса;
- набор методов, реализующих свойства класса;
- деструктор класса;
- конструктор копирования, реализованный программистом (при работе с динамической памятью).