Перегрузка функций

О перегрузке можно говорить только для функций из одной области описания

Перегрузка:

```
struct A {
    int f (int x);     //  две функции с одинаковым именем в одной области
    int f (char x);  //  описания;        обращение f(1)  вызовет  f(int)
                       //                          обращение f('a') вызовет  f(char)
 }
```

Перекрытие:

```
namespace N {
    int f (int x) {…};
    namespace M {
        int f (char x) {…};
                       // обращение f ('a') вызовет f(char); f (int) – не видна
```

Алгоритм поиска оптимально отождествляемой функции

1. Выбираются только те перегруженные (одноименные) функции, для которых фактические параметры соответствуют формальным по количеству и типу (приводятся с помощью каких-либо преобразований).

2. Для каждого параметра функции (отдельно и по очереди) строится множество функций, оптимально отождествляемых по этому параметру (best matching).

3. Находится пересечение этих множеств:

   - если в нем содержится ровно одна функция – она и является искомой,

   - если множество пусто или содержит более одной функции, генерируется сообщение об ошибке.

Пример 1.

```
class X { public: X(int);...};

class Y {<нет конструктора с параметром типа int>...};

        void f (X, int);          // 1 пар. -  ‘да’        2 пар. -  ‘да’
        void f (X, double);       // 1 пар. -  ‘да’        2 пар. -  ‘нет‘
        void f (Y, double);       //отбрасывается на 1-м шаге

        void g () {... f (1,1); ...}
```

Т.к. в пересечении множеств, построенных для каждого параметра, одна функция f (X, int) – вызов разрешим.

Пример 2.

```
struct X { X (int);...};

   void f (X, int);      // 1 пар. - ‘нет’  2 пар. - ‘да’
   void f (int, X);      // 1 пар. - ‘да’   2 пар. -  ‘нет‘

   void g () {... f (1,1); ...}
```

Т.к. пересечение множеств, построенных для каждого параметра, пусто – вызов неразрешим.

Пример 3.

```
void f (char);
void f (double);

void g () {... f (1); ...}   // ?
```

Не всегда просто выполнить шаг 2 алгоритма, поэтому стандартом языка C++ закреплены правила сопоставления формальных и фактических параметров для выбора одной из перегруженных функций.

Правила для шага 2 алгоритма выбора перегруженной функции

а) Точное отождествление

б) Отождествление при помощи расширений

в) Отождествление с помощью стандартных преобразований

г) Отождествление с помощью преобразований, определенных пользователем

д) Отождествление по **...** (по многоточию)

Правила для шага 2 алгоритма выбора перегруженной функции

Шаги (а), (б), (в), (г), (д) выполняются по очереди. Очередной шаг выполняется только если на предыдущих шагах не была найдена наиболее подходящая функция.

a) Точное отождествление

- точное совпадение,

- совпадение с точностью до typedef,

- тривиальные преобразования:

T[ ] <--> T *,
T <--> T&,
T --> const T, // в одну сторону!
T(...) <--> (T*)(...) .

Пример (точное совпадение)**:**

```
void f (float);
void f (double);
void f (int);

void g () {...      f (1.0);      // f (double)
                    f (1.0F);     // f (float)
                    f (1);        // f (int);        ...
}
```

б) Отождествление при помощи расширений

- Целочисленные расширения:

  char, short (signed и unsigned), enum, bool --> int (unsigned int, если не все значения могут быть представлены типом int – тип unsigned short не всегда помещается в int);

- Вещественное расширение: float --> double

Пример:

```
void f (int);

void f (double);

void g () {
        short aa = 1;
        float ff = 1.0;
        f (ff);          // f (double)
        f (aa);          // f (int)
}
```

Неоднозначности нет, хотя short приводится к int и к double,
float приводится к int и к double.

в) Отождествление с помощью стандартных преобразований

- Все оставшиеся стандартные целочисленные и вещественные преобразования, которые могут выполняться неявно.

- Преобразования указателей:

  0 --> любой указатель,

  любой указатель –> void*,

  derived* --> base* - для однозначного доступного базового класса;

Пример:

```
void f (char);
void f (double);

void g () { ... f (0);      // неоднозначность, т.к.
                            // преобр. int --> char  и
                            // int --> double равноправны
}
```

г) Отождествление с помощью пользовательских преобразований

- С помощью конструкторов преобразования

- С помощью функций преобразования

Пример:

```
struct S {
        S (long);                   // long --> S
        operator int ();            // S --> int        ...
};

void f (long);              void g (S);              void h (const S&);
void f (char*);             void g (char*);          void h (char*);

void ex (S &a) {
    f (a);  // O.K.  f ( (long) ( a.operator int()) );   т.е. f (long)      -   на шаге г).
    g (1);  // O.K.  g ( S ( (long) 1) );                т.е. g (S)         -   на шаге г).
    g (0);  // O.K.  g ( (char*) 0);                     т.е. g (char*)     -   на шаге в)!!!
    h (1);  // O.K.  h ( S ( (long) 1) );                т.е. h (const S&)  -  на шаге г).
}
```

Замечание 1

Пользовательские преобразования применяются **неявно** только в том случае, если они однозначны

Пример:

```
class Boolean {
        int b;
    public:
        Boolean operator+ (Boolean);
        Boolean (int i) { b = i != 0;}
        operator int () { return b; }
...
};
void g () {
        Boolean b (1), c (0); // O.K.
        int k;
        c = b + 1; // ошибка!      т.к. может интерпретироваться двояко:
                   // b.operator int () +1 – целочисленный ‘+’ или
                   // b.operator+ (Boolean (1)) – Boolean ‘+’
        k = b + 1; // ошибка!        -- “ --
}
```

Замечание 2

Допускается не более **одного пользовательского** преобразования для обработки одного вызова для одного параметра

Пример:

```
class X { ... public: operator int (); ... };
class Y { ... public: operator X (); ... };

void f () {
        Y a;
        int b;
        b = a; // ошибка! , т.к. требуется   a.operator X ().operator int ()
                    ...
}
```

Но! **явно** можно делать любые преобразования, явное преобразование сильнее неявного.

д) Отождествление по **...** .

Пример1:

```
class Real {
    public:
        Real (double);
        ...
};

void f (int, Real);
void f (int, ...);          // можно и без ‘,’

void g () {
        f (1,1);            // O.K.  f (int, Real);
        f (1, “Anna”);      // O.K.  f (int, ...);
}
```

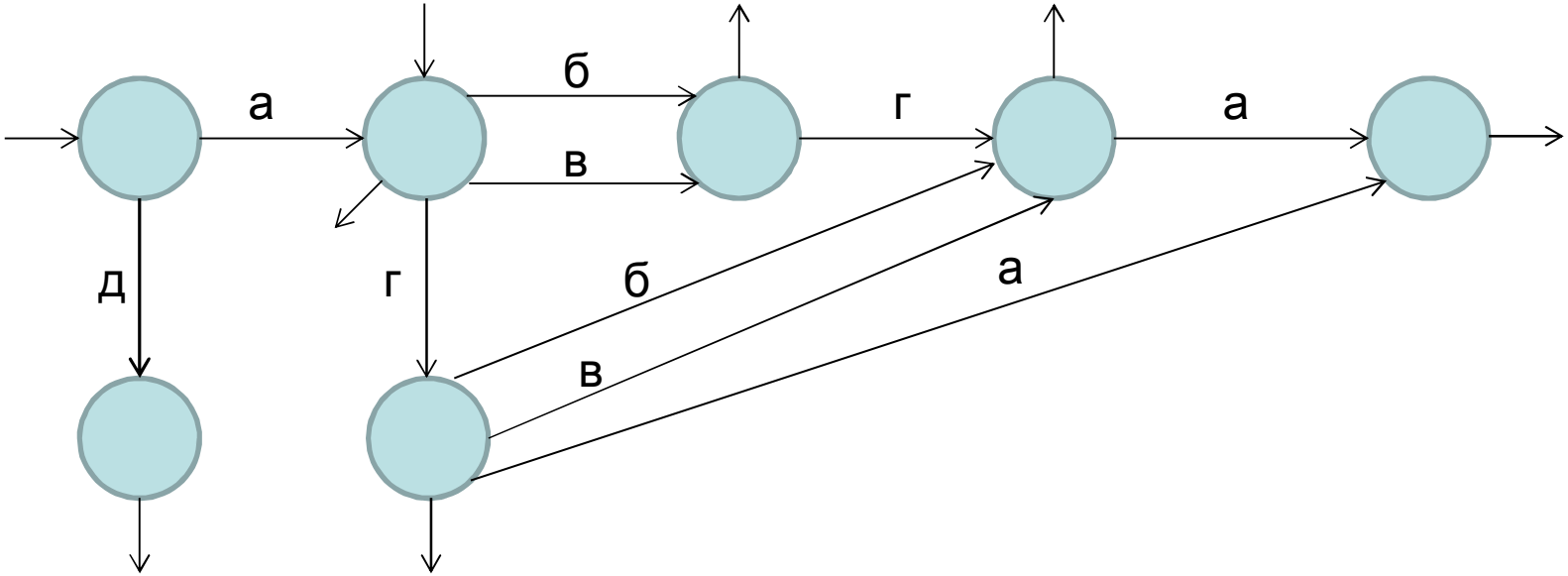
Пример2:

Многоточие может приводить к неоднозначности:

```
void f (int);
void f (int ...);

void g () {...
     f (1);  // ошибка! т.к. отождествление по
             // первому параметру дает
             // обе функции.
}
```

Допустимые цепочки преобразований




```
class C {
            public: C (double); ...
};
    int i=1;   int & ri=i;
    f (C &) {…};
    f(ri); //  a → в → г → a
```

Наследование

Синтаксис описания производного класса:

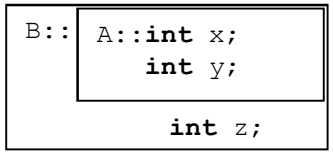
class < имя производного класса > **:**
< способ наследования > < имя базового класса > **{**...**};**

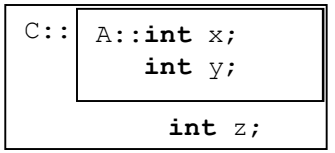
Пример:

```
struct A {
        int x;
        int y;
};
        .........
```

```
struct B: A {
        int z;
};
```

```
class C: protected A {
        int z;
};
```





Конструкторы, деструкторы и operator= не наследуются

Наследование

Синтаксис описания производного класса:

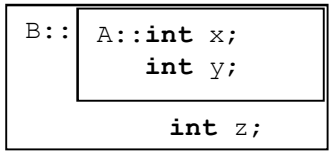
class < имя производного класса > **:**
< способ наследования > < имя базового класса > **{**...**};**

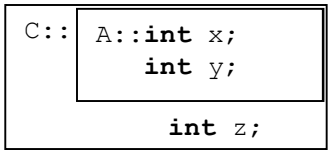
Пример:

```
struct A {
        int x;
        int y;
};
        .........
```

```
struct B: A {
        int z;
};
```

```
class C: protected A {
        int z;
};
```





Способы наследовния : private , protected, public

Доступ в классе-наследнике в зависимости от способа наследования и доступа в базовом классе

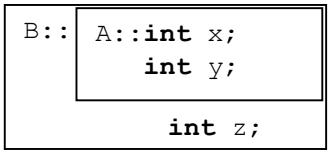
Способ наследов. / **Доступ в базовом классе**	**private**	**protected**	**public**
private	private	private	private
protected	private	protected	protected
public	private	protected	public

Наследование

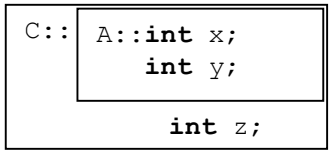
Пример:

```
struct A {
        int x;
        int y;
};
        ……
```

```
struct B: A {
        int z;
};
```




```
class C: protected A {
        int z;
};
```




```
A a;                    A * pa;
B b;                    C   c,  * pc = &c;
b.x = 1;                pc -> z;   // ошибка: доступ к закрытому полю
b.y = 2;                pc -> x;   // ошибка: доступ к защищённому полю
b.z = 3;                pa = ( A * ) pc;
a = b;                  pa -> x;   // правильно: поле A::x – открытое
```

```
A a, *pa;
B b, *pb;
pb = &b;
pa = pb;  // допустимо, если наследование было открытым (public)
pb = ( B* ) pa; // обратное преобразование должно быть явным
```

Перекрытие (сокрытие) имён

```
struct A {
    int f ( int x , int y);
        int g ();
        int h;
};

struct B: public A {
    int x;
    void f ( int x );
      void h ( int x );
};
.......
A  a,  *pa;
B  b,  *pb;
pb = &b;
pb -> f (1);                    // вызывается B::f(1)
pb -> g ();                     // вызывается A::g()
pb -> h = 1;                    // Ошибка! функция h(int) – не L-value выражение
pa = (A*) pb;   pa -> f (1);    // Ошибка! функция A::f  имеет 2 параметра
pb = &a;     pb -> f (1);       // Ошибка!  расширяющее присваивание
```

Видимость и доступность имен

```
int x;
void f (int a){cout << ":: f" << a << endl;}

class A {
    int x;
public:
    void f (int a) {cout << "A:: f" << a << endl;}
};

class B: public A {
public:
    void f (int a) {cout << "B:: f" << a << endl;}
    void g ();
};

void B::g() {
    f(1);   // вызов  B::f(1)
    A::f(1);
    ::f(1); // вызов глобальной void f(int)
    //x = 2; //Ошибка!!! – осущ. доступ к закрытому члену класса A
}
```

Классы student и student5

```
class student {
      char* name;
      int year;
      double est;
public:
      student ( char* n, int y, double e);
      void print () const;
       ~student ();
};
```

```
class student5: public student {
        char* diplom;
        char* tutor;
public:
         student5 ( char* n, double e, char* d, char* t);
        void print () const;
        // эта print  скрывает print из базового класса
        ~student5 ();
};
```

```
student5:: student5 ( char* n, double e, char* d, char* t) : student (n, 5, e) {
      diplom = new char [strlen (d) + 1];
      strcpy (diplom, d);
      tutor = new char [strlen (t) + 1];
      strcpy (tutor, t);
}
```

```
student5 :: ~student5 () {

      delete [ ] diplom;
      delete [ ] tutor;
}
```

```
void  student5 :: print () const {
        student :: print ();      // name, year, est
        cout << diplom << endl;
        cout << tutor << endl:
}
```

Использование классов student и student5

```
void f ( ) {
    student  s (“Kate”, 2, 4.18),    * ps = & s;
    student5  gs (“Moris”, 3.96, “DIP”, “Nick”), * pgs = & gs;

    ps -> print();              // student :: print ();
    pgs -> print();             // student5 :: print ();

    ps = pgs;       // base = derived – допустимо с преобразованием по
                    // умолчанию.
    ps -> print();  // student :: print () – функция выбирается статически
                    // по типу указателя.
```

Виртуальные методы

Метод называется **виртуальным**, если при его объявлении в классе используется префикс **virtual**.

Класс называется **полиморфным**, если содержит хотя бы один виртуальный метод.
Объект полиморфного класса называют **полиморфным** объектом.

Чтобы динамически выбирать функцию print () по типу объекта, на который ссылается указатель, переделаем наши классы таким образом:

```
class student {…
public:
    ...
    virtual void print ( ) const ;
};
class student5 : public student {…
public:
    ...
    [virtual] void print ( ) const ;
};
```

Тогда:

```
ps = pgs;
ps -> print();       // student5 :: print () – ф-я выбирается динамически по типу
                     // объекта, чей адрес в данный момент хранится в указателе
```

Виртуальные деструкторы

Для полиморфных классов следует делать деструкторы виртуальными

```
void f () {
    student * ps = new  student5 (“Morris”, 3.96, “DIP”, “Nick”);
            …
    delete ps; // вызовется ~student, и не вся память зачистится
}
```

Но если:

```
    virtual ~student ();    и
    [virtual] ~student5 ();
```

то вызовется ~student5(), т.к. сработает динамический полиморфизм.

Механизм виртуальных функций

1. !Виртуальность функции, описанной с использованием служебного слова **virtual** не работает сама по себе, она начинает работать, когда появляется класс производный от данного с функцией с **таким же профилем**.

2. Виртуальные функции выбираются по типу объекта, на который ссылается указатель (или ссылка).

3. У виртуальных функций должны быть одинаковые профили. Исключение составляют функции с одинаковым именем и списком формальных параметров, у которых тип результата есть указатель на себя (т.е. соответственно на базовый и производный класс).

4. Если виртуальные функции отличаются только типом результата (кроме случая выше), генерируется ошибка.

5. Для виртуальных функций, описанных с использованием служебного слова **virtual,** с разными прототипами работает механизм замещения, сокрытия имен.

Абстрактные классы

Абстрактным называется класс, содержащий хотя бы одну **чистую виртуальную** функцию.

Чистая виртуальная функция имеет вид: **virtual** тип_рез имя (сп_фп) **= 0**;

Пример:

```
class shape {
public:
        virtual double area () = 0;
};
class rectangle: public shape {
        double height, width;
public:
        double area () {
                return   height * width;
        }
};
class circle: public shape {
        double radius;
public:
        double area () {
                return   3.14 * radius * radius;
        }
};
```

```
#define N 100
....
shape* p [ N ];
double total_area = 0;
                ....
for (int i =0; i < N; i++)
                total_area += p[i] -> area();
....
```

Интерфейсы

Интерфейсами называют абстрактные классы, которые

- не содержат нестатических полей-данных, и
- все их методы являются открытыми чистыми виртуальными функциями.

Реализация виртуальных функций

```
class A {
    int a;
public:
    virtual void f ();
    virtual void g (int);
    virtual void h (double);
};
class B : public A {
public:
    int b;
    void g (int);
    virtual void m (B*);
};
```

```
class C : public B {
public:
        int c;
        void h (double);
        virtual void n (C*);
};
```

Тогда C c; ~ a, pvtbl, b, c

vtbl для A ~ &A:: f	для B ~ &A:: f	для C ~ &A:: f [0]
&A:: g	&B:: g	&B:: g [1]
&A:: h	&A:: h	&C:: h [2]
	&B:: m	&B:: m [3]
		&C:: n [4]

```
C c;
A *p = &c;
p -> g (2);   ~   (* ( p -> pvtbl [1]) ) (p, 2); // p = this
```

Виртуальные функции. Пример 1.

```
class X {
public:
	void g ( ) {
		cout << "X::g\n";
		h ( );
	}
	virtual void f() {
		g ( );
		h ( );
	}
	virtual void h ( ) {
		cout << "X::h)\n";
	}
};

class Y : public X {
public:
	void g ( ) {
		cout << "Y::g\n";
		h ( );
	}
	virtual void f ( ) {
		g ( );
		h ( );
	}
	virtual void h ( ) {
		cout << "Y::h\n";
	}
};
```

```
int main () {
	X a, *px;
	Y b, *py = &b;
	px = py;
	px -> f();	//  Y::g    Y::h    Y::h
	px -> g();	//  X::g    Y::h
	return 0;
}
```

Виртуальные функции. Пример 2.

```
#include <iostream>
using namespace std;

class A {
public:
	virtual int f (int x, int y) {
		cout << "A::f(int, int)\n";
		return x+y;
	}
	virtual void f ( int x ) {
		cout << "A::f()\n";
	}
};

class B : public A {
public:
	void f ( int x ) {
		cout << "B::f()\n";
	}
};

class C : public B {
public:
	virtual int f (int x, int y) {
		cout << "C::f (int, int)\n";
		return x+y;
	}
};
```

```
int main () {
		A a, *pa = &a;
		B b, *pb = &b;
		C c;
		int x = 2, y;



		pa = pb;
		pa -> f (1); // B::f();
		pa -> f (1, 2); // A::f(int, int)
		//pb -> f (1, 2); // ошибка! Эта f не видна
		A & ra = c;
		ra.f(1,1); // C::f(int, int)
		B & rb = c;
		//rb.f(0,0); // ошибка! Эта f не видна
		return 0;
}
```

Множественное наследование

class A { ... };
class B { ... };
class C : public A, protected B { ... };

Спецификатор доступа распространяется только на один базовый класс; для других базовых классов начинает действовать принцип умолчания.

Класс не может появляться как непосредственно базовый дважды:

class C : public A, public A { ... }; - ошибка!

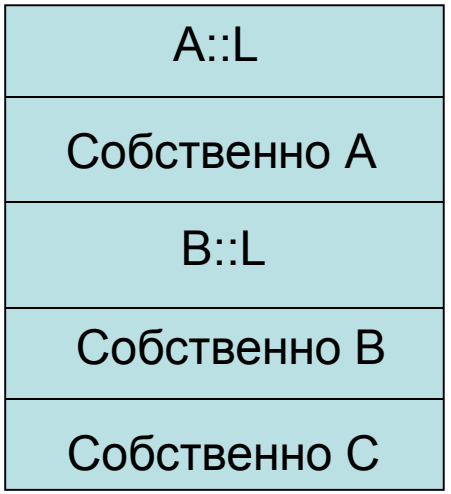
но может быть более одного раза непрямым базовым классом:

class L { public: int n; ... };

class A : public L { ... };

class B : public L { ... };

class C : public A, public B { ... void f (); ... };



Здесь **решетка смежности** такая: L <-- A <-- C --> B --> L .

При этом может возникнуть неоднозначность из-за «многократного» базового класса.

О доступе к членам производного класса

void C::f () { ... n = 5; ...} // ошибка.! – неясно, чье n, но

void C::f () { ...A::n = 5; ...} O.K.! , либо B::n = 5;

Имя класса в операции разрешения видимости (A или B) – это указание, в каком классе в решетке смежности искать заданное имя.

О преобразовании указателей

Указатель на объект производного класса может быть неявно преобразован к указателю на объект базового класса, только если этот базовый класс является **однозначным** и **доступным**

Продолжение предыдущего примера:

```
void g () {
        C* pc = new C;
        L* pl = pc;          // ошибка! – L  не является однозначным,
        pl = (L*) pc;        // ошибка! – явное преобразование не помогает,
                                    // но возможно:
        pl = (L*)(A*) pc;  // либо pl = (L*)(B*) pc;   -- O.K.!
```

Базовый класс считается **доступным** в некоторой области видимости, если доступны его public-члены.

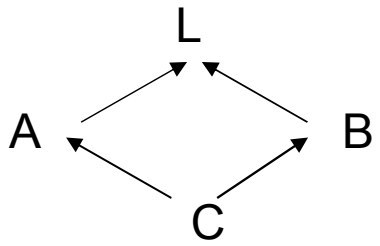
```
class B   { public: int a; ... };
class D : private B { ... };

void g () {
        D* pd = new D;
        B* pb = pd;          // ошибка! – в g() public-члены B, унаследованные
                                    // D,  недоступны, такое преобразование
                             // может осуществлять только
                             // функция-член D, либо друзья D.
}
```

Виртуальные базовые классы

```
class L   { public:  int  n ;  ... };
class A :  virtual public  L  { ... };
class B :  virtual public  L  { ... };
class C : public A, public B  { ... void f (); ... };
```

Теперь решетка смежности будет такой:



и теперь допустимо:

```
void C :: f () { ... n = 5; ...} // О.К.! – n в одном экземпляре

void g () {
        C* pc = new C;
        L* pl = pc;          // O.K.! – появилась однозначность.
}
```

Неоднозначность из-за совпадающих имен в различных базовых классах.

```
class A {
   public:
        int a;
        void (*b) ( );
        void f ( );
        void g ( );  ...
};
```

```
class B {
        int a;
        void b ( );
        void h (char);
public:
        void f ( );
        int g;
        void h ( );
        void h (int);  ...
};
```

```
class C : public A, public B  { ... };
```

Правила выбора имен в производном классе

1 шаг: контроль **однозначности** (т.е. проверяется, определено ли анализируемое имя в одном базовом классе или в нескольких); при этом контекст не привлекается, совместное использование (в одном из базовых классов) допускается.

2 шаг: если однозначно определенное имя есть имя перегруженной функции, то пытаются **разрешить** анализируемый вызов (т.е. найти best-maching).

3 шаг: если предыдущие шаги завершились успешно, то проводится контроль **доступа**.

Пример.

```
class A {  public: int a; void (*b) ( );
           void f ( );  void g ( );  ...
};

class B { int a; void b ( ); void h (char);
  public:  void f ( ); int g; void h ( );
           void h (int);  ... };

    class C : public A, public B  { ... };

void gg (C* pc) {

        pc --> a = 1;        // ошибка! – A::a  или  B::a для однозначности
        pc --> b();          // ошибка! – нет однозначности
        pc --> f ();         // ошибка! – нет однозначности
        pc --> g ();         // ошибка! – нет однозначности,
                             // контекст не привлекается!
        pc --> g = 1;        // ошибка! – нет однозначности,
                             // контекст не привлекается!
        pc --> h ();         // O.K.!
        pc --> h (1);        // O.K.!
        pc --> h  ('a');     // ошибка! – доступ в последнюю очередь, не доступно
        pc --> A::a = 1;     // O.K.! – т.е. снимаем неоднозначность
                                     // с помощью  операции «::»
         pc --> B::a = 1;    // ошибка! – поле a не доступно в B (private)
}
```

Константные методы

Если необходимо запретить методу изменять информационные члены объектов класса, то при его описании используется дополнительный модификатор ***const*:**

<тип возвр. значения> <имя функции> **(** <пар-ры> **)** ***const*** { <тело> }

Описанные таким образом методы класса называются **константными.**

- Если объект объявлен с модификатором **const**, то изменение его состояния недопустимо. В таком случае все применяемые к этому объекту методы (кроме конструкторов и деструктора) **должны иметь** модификатор ***const*.**

- Данное требование является обязательным **независимо от наличия или отсутствия** информационных членов в классе.

- Для защиты от изменения передаваемых фактических параметров в теле функции соответствующие формальные параметры также объявляются с модификатором ***const***:

  const <тип параметра> <идентификатор>

Расширим наш класс string следующими методами:

```
class string {
    //...
public:
    //...
    string &  concat ( const string & s ) // конкатенация с другой
    строкой
    int  length () const {return size;} // возвращает длину строки
};
```

Объявив метод length константным, мы явно разрешаем его вызов для константных объектов типа string. Поэтому реализация метода concat (с константным формальным параметром), использующего функцию length, станет допустимой.

Примеры

```
void f (const int i, const myclass ob) {
 i = 1; // ошибка!
ob.f (); // ошибка!, если  f() неконстантный метод
}
```

```
void f (const int * i, const myclass & ob) {
i = NULL; // O.K.
*i = 3; // ошибка!
ob.f(); // ошибка!, если  f() неконстантный метод
 }
```