Классы. Дружественные функции. Перегрузка операторов.

Друзья классов

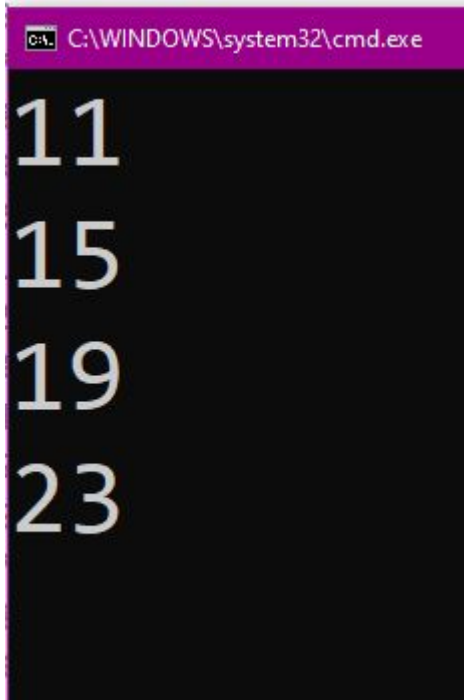
- Дружественная функция – это функция, которая, не являясь компонентом класса, имеет доступ к его защищенным и собственным компонентам.
- Такая функция должна быть описана в теле класса со спецификатором friend

Пример использования friend - функции

```
class pair
{
private:
    int x,y;
    friend void set(pair*,int,int);
public:

    pair(int x1,int y1){x = x1; y = y1;}

    int sum(void){return (x+y);}

};
void set(pair *p,int x1,int y1)
{
    p->x = x1;
    p->y = y1;
}
```

Пример использования friend - функции

```
int main(void)
{
    pair A(5,6);
    pair B(7,8);

    cout<<A.sum()<<endl;
    cout<<B.sum()<<endl;

    set(&A,9,10);
    set(&B,11,12);

    cout<<A.sum()<<endl;
    cout<<B.sum()<<endl;

    return 0;
}
```



friend - функции

-Функция set описана в классе pair как дружественная и определена как обычная глобальная функция (вне класса, без указания его имени, без операции ‘ : : ‘ и без спецификатора friend).

-Дружественная функция при вызове не получает указателя this.

-Объекты класса должны передаваться дружественной функции только через параметр.

По ссылке, по значению, по адресу.

friend - функции

Итак, дружественная функция:

– не может быть компонентной функцией того класса, по отношению к которому определяется как дружественная;

– может быть глобальной функцией;

– может быть компонентной функцией другого ранее определенного класса.

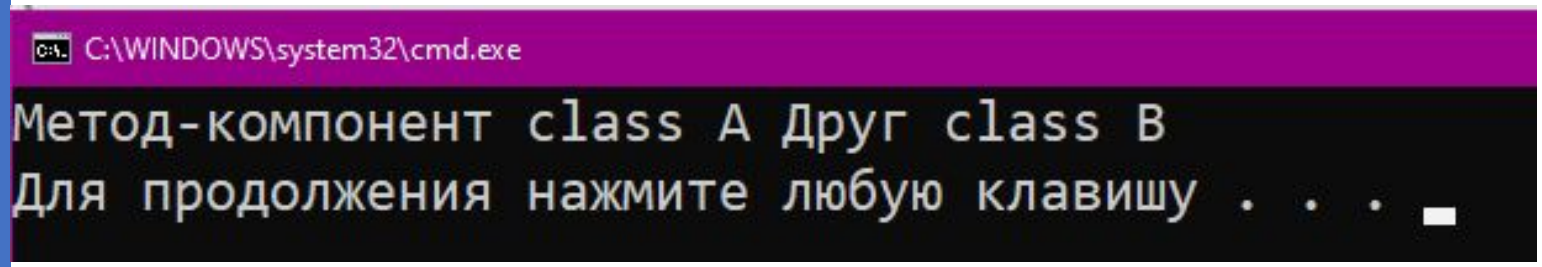
friend – “методы”

```
class B;

class A
{
private:
    string name;
public:
    void f(B&);
    A(const string& name){this->name = name;};
};

class B
{
private:
    friend void A::f(B&);
    string name;
public:
    B(const string& name){this->name = name;};
};
```

friend – “методы”

```
void A::f(B& b)
{
    cout << "Метод-компонент " << this->name;
    cout << " Друг " << b.name;
}
int main()
{
    setlocale(LC_ALL,"Russian");
    A a("class A");
    B b("class B");
    a.f(b);

};
```

friend – “методы”



В этом примере класс A при помощи своего метода void A::f() получает доступ к закрытым полям класса B.

friend - функции

-Может быть дружественной по отношению к нескольким классам.

Например:

```
// предварительное неполное определение класса
class CL2;
class CL1 {friend void f(CL1,CL2); . . . };
class CL2 {friend void f(CL1,CL2); . . . };
```

В этом примере функция f имеет доступ к компонентам классов CL1 и CL2.

Friend - классы

-Класс может быть дружественным другому классу.

-Это означает, что все методы класса являются дружественными для другого класса.

-Дружественный класс должен быть определен вне тела класса, «предоставляющего дружбу».

Friend - классы

Например:

```
class X2{friend class X1; . . .};

class X1 {. . .  void f1(. . .);
void f2(. . .); . . . };
```

- В этом примере функции f1 и f2 класса X1 являются друзьями класса X2, хотя они описываются без спецификатора friend.

Friend - классы

Рассмотрим класс point – точка в n-мерном пространстве и дружественный ему класс vector

В классе vector определим метод для определения квадратичной длины вектора, которая вычисляется как сумма квадратов его координат.

Friend - классы

```
#include <iostream>
using std::cout;

class point
{
    friend class vector;
private:
    int N;
    double *x;
public:
    point(int n,double d = 0.0);
    ~point();
};
```

Friend - классы

```
point::point(int n,double d)
{
    this->N = n;
    this->x = new double[N];
    for(int i = 0; i < N; i++)
    {
        this->x[i] = d;
    };
};

point::~point()
{
    delete[] this->x;
};
```

Friend - классы

```
class vector
{
private:
    double *xv;
    int N;
public:
    vector(const point&,const point&);
    ~vector();
    double SquareLen();
};
```

Friend - классы

```
vector::vector(const point& begin,const point& end)
{
    this->N = begin.N;
    this->xv = new double[N];
    for(int i = 0; i < N; i++)
    {
        xv[i] = end.x[i] - begin.x[i];
    };
};

vector::~vector()
{
    delete[] this->xv;
};
```

Friend - классы

```
double vector::SquareLen()
{
    double res = 0.0;
    for(int i = 0; i < N; i++)
    {
        res += xv[i]*xv[i];
    };
    return res;
};
```

Friend - классы

```
int main()
{
    point A(2,4.0);
    point B(2,2.0);

    vector V(A,B);

    cout << V.SquareLen();

    return 0;
}    // Будет выведено – 8.
```

ПЕРЕГРУЗКА ОПЕРАТОРОВ

- В языке C++ определены множества операций над переменными стандартных типов, такие как +, *, / и т.д. Каждую операцию можно применить к операндам определенного типа.

Как быть, если необходимо, чтобы операторы +, *, / и т.д. могли совершать действия над объектами классов?

Есть решение – необходимо использовать перегрузку операторов.

ПЕРЕГРУЗКА ОПЕРАТОРОВ

Перегрузка операторов позволяет определить действия, которые будет выполнять оператор.

Перегрузка подразумевает создание функции, название которой содержит слово **operator** и символ перегружаемого оператора.

Функция оператора может быть определена как член класса, либо вне класса, возможно, как дружественная функция.

ПЕРЕГРУЗКА ОПЕРАТОРОВ

Определение оператора-функции имее
следующий синтаксис:

```
тип operator “знак оператора”(параметры)
 {
    Действия…
    return тип();
}
```

ПЕРЕГРУЗКА УНАРНЫХ ОПЕРАТОРОВ

Любой унарный оператор⊕ может быть определен двумя способами:

- как компонентная функция без параметров
- как глобальная (возможно, дружественная) функция с одним параметром.
- В первом случае выражение ⊕ Z означает вызов Z.operator⊕(), во втором – вызов operator⊕(Z)

Два случая перегрузки унарных операторов

Где class& - передача значения по ссылке

А) как компонентная функция

```
тип operator “знак оператора”(void)
 {
    Действия…
}
```

Б) как глобальная функция

```
тип operator “знак оператора”(class&
 {
    Действия…
    return тип();
}
```

ПЕРЕГРУЗКА УНАРНЫХ ОПЕРАТОРОВ

Унарные операции инкремента ++ и декремента – существуют в двух формах: префиксной и постфиксной

Они определены следующим образом:

– префиксная форма:

```
operator++();
operator—();
```

– постфиксная форма:

```
operator++(int);
operator—(int);
```

ПЕРЕГРУЗКА УНАРНЫХ ОПЕРАТОРОВ

```
#include <iostream>
using std::cout;
class person
{
    int age;

public:

    person(int age){this->age = age;}

    void HowOld()
    {
        cout << this->age;
    }
    //префиксная форма
    void operator++()
    {
        ++ this->age;
    }
};
```

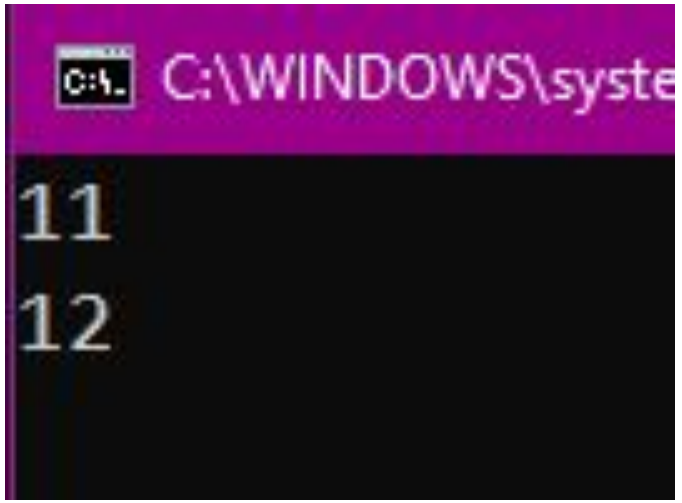
ПЕРЕГРУЗКА УНАРНЫХ ОПЕРАТОРОВ

```
#include <iostream>
using std::cout;
class person
{
    int age;
public:

    person(int age){this->age = age;}

    void HowOld(){cout << this->age;}
    //префиксная форма
    friend void operator++(person& p);
};
void operator++(person& p)
{
    ++p.age;
};
```

ПЕРЕГРУЗКА УНАРНЫХ ОПЕРАТОРОВ

```
int main()
{
    class person bob(21);
    ++bob;

    //Выводит 22
    bob.HowOld();
    return 0;
};
```

```
class number
{
    int x;
public:
    int get() {return this->x;}

    number(const int& x){this->x = x;}
    //постфиксная форма
    number operator++(int)
    {
        number tmp = *this;
        this->x++;
        return tmp;
    }
};
```




```
int main()
{
    number a(11);
    cout<<(a++).get() << endl;
    cout << a.get() << endl;
    return 0;
}
```

ПЕРЕГРУЗКА БИНАРНЫХ ОПЕРАТОРОВ

Любая бинарная операция ⊕ может быть определена двумя способами:

-как компонентная функция с одним параметром

-как глобальная функция с двумя параметрами.

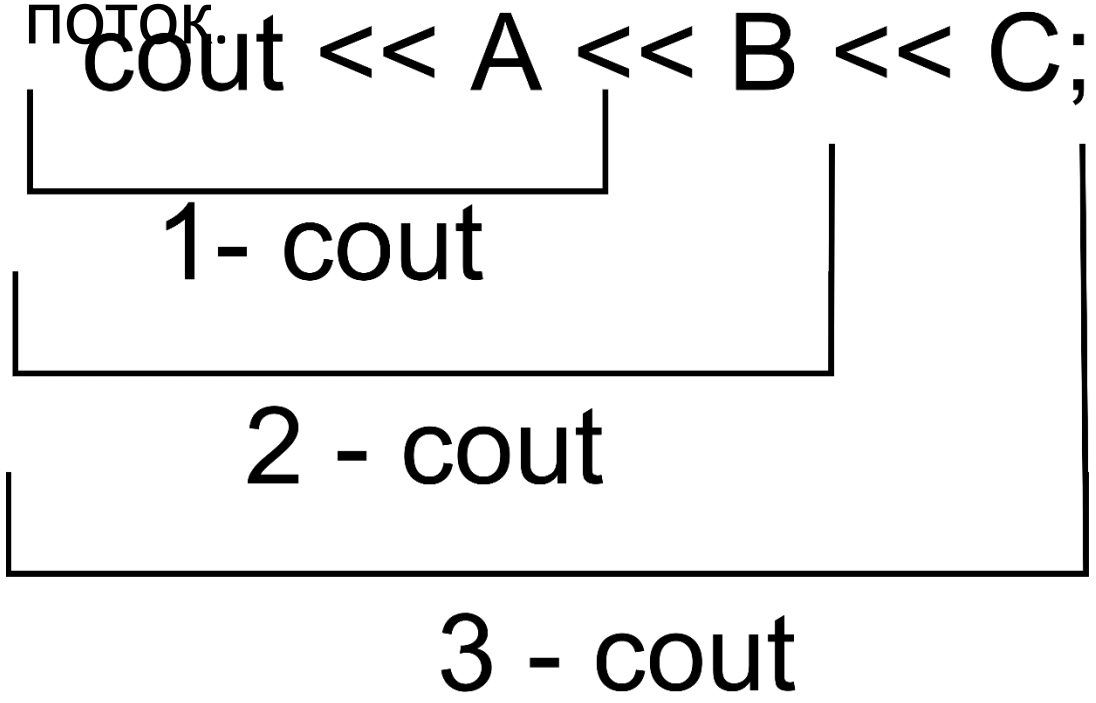
В первом случае x⊕y означает вызов x.operator⊕(y), во втором – вызов operator⊕(x,y).

ПЕРЕГРУЗКА БИНАРНЫХ ОПЕРАТОРОВ

- При перегрузке операторов стоит учитывать приоритет и ассоциативность.
- *Приоритет* операторов задает порядок операций в выражениях, содержащих более одного оператора.
- *Ассоциативность* операторов указывает, будет ли операнд в выражении, содержащем несколько операторов с одинаковым приоритетом, группироваться по левому краю или по правому.
- (порядок выполнения)

ПЕРЕГРУЗКА БИНАРНЫХ ОПЕРАТОРОВ

- К примеру оператор << имеет высокий приоритет и ассоциативен слева направо.
- Поэтому при перегрузке оператора << для работы с потоковыми объектами возвращаем ссылку на поток.



ПЕРЕГРУЗКА БИНАРНЫХ ОПЕРАТОРОВ

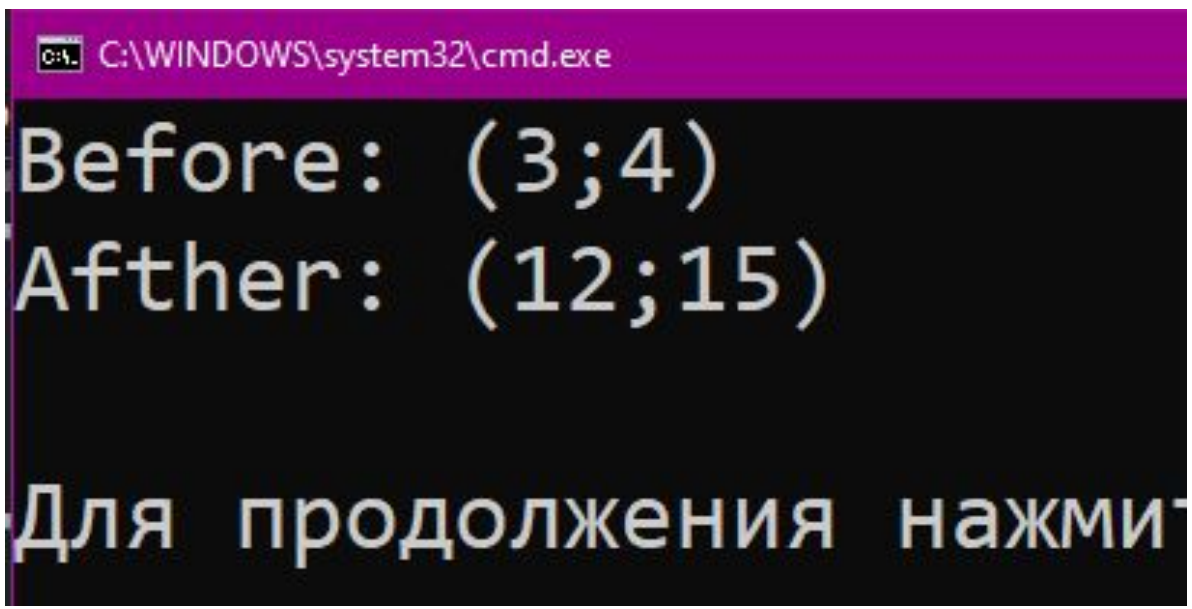
Допустим, у нас есть класс point – точка в двумерном пространстве.
Хотим обращаться к координатам точки через operator[].
хотим сделать так, чтобы была возможность выводить в консоль координаты точки привычным образом.(cout << point)
Для этого перегрузим operator[] как нестатическую компонентную функцию класса
И operator<< как дружественную глобальную функцию

```
class point
{
private:
    int x;
    int y;
public:
    point(int x = 0, int y = 0);

    //перегрузка оператора индексации
    int& operator[](const char& coord);

    //перегрузка оператора << для роботы с потоковым классом вывода
    //Левый операнд - объект потокового класса, правый - class point
    friend ostream& operator<<(ostream& stream, const point& p);
};
```

ПЕРЕГРУЗКА БИНАРНЫХ ОПЕРАТОРОВ

```
//конструктор класса
point::point(int x, int y)
{
    this->x = x;
    this->y = y;
};
//перегрузка оператора индексации
//как нестатической компонентной функции
int& point::operator[](const char& coord)
{
    if (coord == 'x')
    {
        return this->x;
    }
    else if(coord == 'y')
    {
        return this->y;
    };
};
```

```
ostream& operator<<(ostream& stream, const point& p)
{
    stream <<'('<<p.x<<';'<<p.y<<')';
    return stream;
};


int main()
{
    point a(3,4);
    cout << "Before: " << a << endl;

    a['x'] = 12;
    a['y'] = 15;

    cout << "Afther: " << a << endl;

    return 0;
}
```



ПЕРЕГРУЗКА БИНАРНЫХ ОПЕРАТОРОВ

Перегрузка operator= - оператора присваивания.

Операция отличается тремя особенностями:

- Оператор не наследуется;
- Оператор определен по умолчанию для каждого класса в качестве операции побайтного копирования объекта, стоящего справа от знака операции, в объект, стоящий слева;
- Операция может перегружаться только как функция компонент класса.

ПЕРЕГРУЗКА БИНАРНЫХ ОПЕРАТОРОВ

Когда следует перегружать оператор присваивания?

В большинстве случаев перегрузка не требуется.

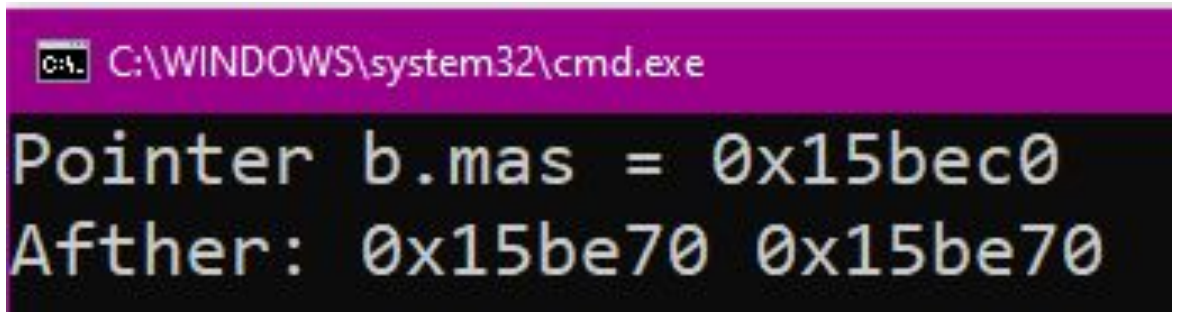
НО бывают случаи, когда побайтное копирование нежелательно. (использование оператора копирования без перегрузки – побайтное копирование).

Например, если некоторый класс содержит указатели на динамическую область памяти, то после поразрядного копирования выйдет так, что два экземпляра будут владеть одним указателем.

Что вызывает некоторые проблемы.

```
class Array
{
    int size;
    int* mas;
public:
    Array(const int& size)
    {
        this->size = size;
        this->mas = new int[size];
    };
    ~Array()
    {
        delete[] this->mas;
    }

    int& operator[](const int& index)
    {
        return *(this->mas + index);
    };

    int Size() const
    {
        return this->size;
    };

};
```

```
int main()
{
    //Массив на 10 элементов
    Array a(10);
    //Второй массив
    Array b(5);
    cout << "Pointer b.mas = ";
    cout << &b[0] << endl;
    b = a;
    cout << "Afther: ";
    cout << &a[0]<<' '<< &b[0];
}
```



ПЕРЕГРУЗКА БИНАРНЫХ ОПЕРАТОРОВ

-После побайтного копирования b.mas и a.mas указывают на одну область памяти.

-Память, которая выделилась под массив b не будет очищенна.

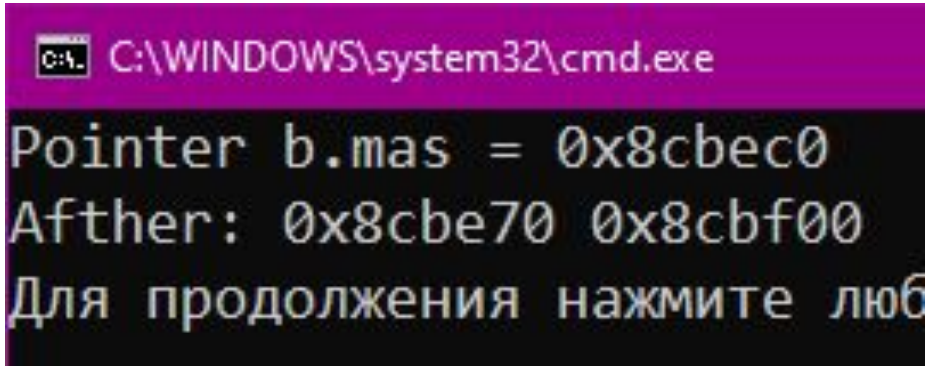
-По завершении программы у объектов вызовутся деструкторы, что означает очищение одной и той же области памяти два раза.

-может вызвать крах программы.

ПЕРЕГРУЗКА БИНАРНЫХ ОПЕРАТОРОВ

Выход – перегрузить оператор присваивания

```
    Array& operator=(const Array& a);
};


Array& Array::operator=(const Array& a)
{
    delete this->mas;
    this->size = a.size;
    this->mas = new int[a.size];
    for (int i = 0; i < a.size; i++)
    {
        this->mas[i] = a.mas[i];
    };
    return *this;
};
```

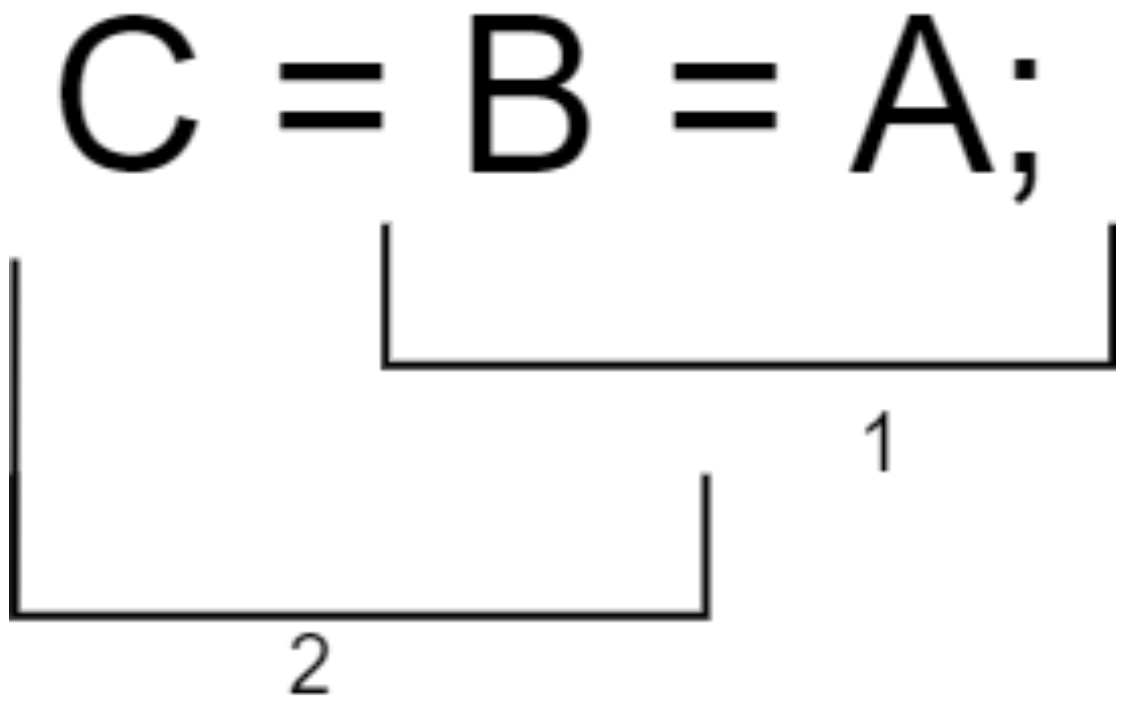


ПЕРЕГРУЗКА БИНАРНЫХ ОПЕРАТОРОВ

```
int main()
{
    //Два массива
    Array b(12);
    Array c(7);
    //Массив на 10 элементов
    Array a(10);
    for (int i = 0; i < a.Size(); i++)
    {
        a[i] = i;
    }
    //переопределенный operator=
    // возвращает ссылку на объект
    c = b = a;
}
```

ПЕРЕГРУЗКА БИНАРНЫХ ОПЕРАТОРОВ

Оператор присваивания (operator=) ассоциативен справа налево.(порядок чтения). И имеет низкий приоритет.



Тут – первым действием выполняется B = A – копируется информация, возвращается ссылка на объект B класса Array, далее выполняется C = B.

Лабораторная работа №3. Дружественные функции и классы. Перегрузка операторов.

Создать класс Pair(пара чисел). Пара должна быть представлена двумя полями: типа int для первого числа и типа double для второго. Первое число при выводе на экран должно быть отделено от второго числа двоеточием. Реализовать:

-Вычитание пар чисел

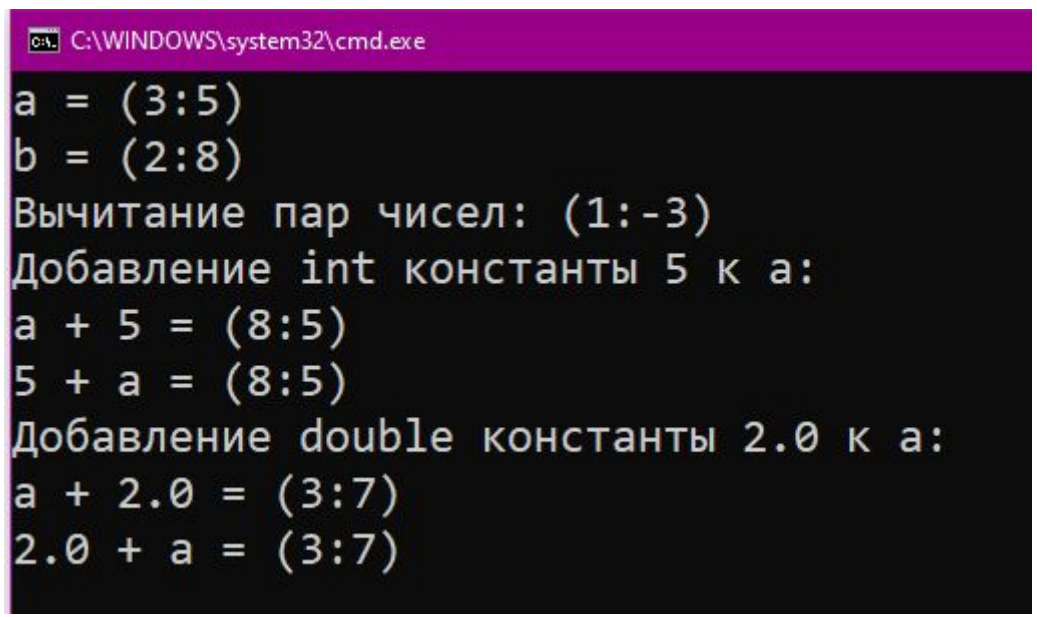
-Добавление константы к паре (увеличивается первое число, если константа целая, второе, если константа вещественная).

```
class Pair
{
private:

    int x;
    double y;

public:

    //Конструктор без параметров.
    Pair()
    {
        this->x = 0;
        this->y = 0.;
    };

    //Конструктор с параметрами
    Pair(const int& x, const double& y)
    {
        this->x = x;
        this->y = y;
    };
```

```
    //Добавление вещественной константы к паре.
    Pair operator+(const double& y) const
    {
        return Pair(this->x, this->y + y);
    }
    //Добавление целой константы к паре.
    Pair operator+(const int& x) const
    {
        return Pair(this->x + x, this->y);
    }
    //Вычитание пар чисел
    Pair operator-(const Pair& p) const
    {
        return Pair(this->x - p.x, this->y - p.y);
    };
```

```
//Добавление константы к паре должно быть коммутативно
//Хотим, чтобы левый операнд был вещественный или целочисленный
//Поэтому, используем перегрузку при помощи friend функции
friend Pair operator+(const int& x,const Pair& p)
{
    return p + x;
};

friend Pair operator+(const double& y,const Pair& p)
{
    return p + y;
};


//Перегрузка оператора << для работы с потоковым классом
friend std::ostream& operator<<(std::ostream& stream, const Pair& p)
{
    stream <<'('<< p.x << ':' << p.y<<')';
    return stream;
};
```

```cpp
int main()
{
    setlocale(LC_ALL, "Russian");
    Pair a(3,5);
    Pair b(2,8);

    cout << "a = " << a << endl;
    cout << "b = " << b << endl;
    cout << "Вычитание пар чисел: " << a - b  << endl;

    cout << "Добавление int константы 5 к a: " << endl;

    cout << "a + 5 = " << a + 5 << endl;
    cout << "5 + a = " << 5 + a << endl;

    cout << "Добавление double константы 2.0 к a: "
    cout << "a + 2.0 = "<< a + 2.0 << endl;
    cout << "2.0 + a = "<< 2.0 + a << endl;

    return 0;
}
```



Ответы на вопросы

1. Для чего используются дружественные функции и классы?
   - Чтобы предоставить доступ к private – полям класса, методам другого класса, который является дружественным.
   - Чтобы предоставить доступ к private-полям глобальным не компонентным функциям.

Ответы на вопросы

2. Сформулируйте правила описания и особенности дружественных функций.

- Дружественная функция объявляется внутри класса с ключевым словом friend.
- Поскольку дружественная функция не является компонентной (ей не передается указатель this), то необходимо, чтобы она принимала в качестве параметра объект класса по ссылке, по значению или по адресу.
- Дружественная функция может быть дружественной сразу к нескольким классам.
- На неё не распространяются спецификаторы доступа, поэтому то место, где она описана в классе, неважно.

Ответы на вопросы

3. Каким образом можно перегрузить унарные операции.

-Как компонентные нестатические функции класса.

тип operator “знак оператора”(void);

-Как обычная глобальная не компонентная функция, которая также может быть дружественная классу.

тип operator “знак оператора”(class A), где class A – передача объекта класса.

- Унарные операторы перегружаются чаще всего как методы класса.

Ответы на вопросы

4. Сколько операндов должна иметь унарная функция-операция, определяемая внутри класса.

- Унарная операция по определению работает с одним операндом. Раз она перегружается как компонентная нестатическая функция, то она не должна принимать параметров. (неявно принимает указатель *this*).

5. Сколько операндов должна иметь унарная функция-операция, определяемая вне класса.

- Т.к. оператор перегружается как глобальная функция, то параметр *this* ему не передается, следовательно необходимо явно передавать объект класса.

Ответы на вопросы

6. Сколько операндов должная иметь бинарная функция-операция, определяемая внутри класса?

- Если оператор перегружается как компонентная функция, то левым операндом по умолчанию является объект класса – *this.* Правым операндом является тот объект, что передается в качестве параметра в перегружаемый оператор.

Например: A operator+(const int& value); - тут для класса A перегружается оператор сложения как метод класса. –> a.operator+(5) ≡ a + 5. где a – объект класса.

Ответ: один.

Ответы на вопросы

7. Сколько операндов должная иметь бинарная функция-операция, определяемая вне класса?

- Если оператор перегружается как не компонентная функция, чаще всего дружественная классу. То указатель *this* не передается, поэтому, необходимо явно передавать объект класса в качестве параметра. Также необходимо передавать объект другого класса, с которым должен взаимодействовать исходный класс посредством оператора.

Например:

Из лабораторной работы №3: -

```
friend Pair operator+(const double& y, const Pair& p).
```

- Существуют бинарные операторы, перегрузка которых вне класса невозможна: это “->”, “[]”, “()”, “=”

Ответ: два

Ответы на вопросы

8. Чем отличается перегрузка префиксных и постфиксных унарных операций.

-Префиксные и постфиксные операции по сути являются версией одного оператора в разных формах. Если при перегрузке префиксного оператора не нужно передавать никаких параметров, то при перегрузке постфиксного оператора необходимо передать незначащий параметр *int.* – Чтобы объяснить компилятору разницу.

Также эти операторы могут отличатся по типу возвращаемого значения. Допустим, если префиксный оператор (инкремента или декремента) модифицирует какое-либо информационное поле, а затем возвращает ссылку на объект этого класса, то постфиксный оператор должен сохранить состояние объекта класса во временную переменную, затем модифицировать поле класса, затем вернуть копию предыдущего состояния. – Это накладывает некоторые ограничения на использование постфиксных операторов, т.к. они не позволяют взаимодействовать напрямую с объектом класса.

Ответы на вопросы

9. Каким образом можно перегрузить операцию присваивания.

- Оператор присваивания можно перегрузить только как нестатическую компонентную функцию класса.

10. Что должна возвращать операция присваивания?

- Ссылку на объект класса, в который происходит копирование (левый операнд). Это нужно для реализации многочисленного присваивания.

Например: a = b = c; Где a, b и c – Объекты одного класса.

Ответы на вопросы

11. Каким образом можно перегрузить операции ввода-вывода?

- Для того, чтобы обеспечить взаимодействие пользовательского класса и потокового класса (левым операндом является объект потокового класса, правым операндом является объект пользовательского класса), необходимо перегрузить оператор<< или оператор>> как дружественную функцию. С двумя параметрами – первый: объект класса std::ostream или std::istream, второй: объект пользовательского класса.

Например: friend std::ostream& operator<<(std::ostream& stream, const Pair& p)

- Тут operator << объявлен в классе как дружественная функция.

Ответы на вопросы

12. В программе описан класс
 class Student
{
 … Student& operator++();
 ….
}; и определен объект этого класса Student s; Выполняется операция ++s; Каким образом, компилятор будет воспринимать вызов функции-операции?
-Как вызов метода класса: s.operator++();

Ответы на вопросы

13. В программе описан класс

```
class Student {
 … friend Student& operator ++( Student&);
 …. };
```

и определен объект этого класса Student s; Выполняется операция ++s; Каким образом, компилятор будет воспринимать вызов функции-операции?

-Как вызов глобальной функции: operator++(s);

Ответы на вопросы

14. В программе описан класс class Student
{
…
bool operator<(Student &P);
….
};
и определены объекты этого класса Student a,b;
Выполняется операция cout<<a<b;
Каким образом, компилятор будет воспринимать вызов функции-операции?

- Приоритет оператора << выше, чем у оператора<. Программа просто не скомпилируется.
- Если выполнялась бы операция cout<<(a<b); То компилятор это воспринял бы как вызов метода класса a.operator<(b);

Ответы на вопросы

15. В программе описан класс class Student
{
…
friend bool operator **>**(const Person&, Person&)
….
};
и определены объекты этого класса Student a,b;
Выполняется операция cout<<a>b;

Каким образом, компилятор будет воспринимать вызов функции-операции?
Приоритет у оператора << выше, программа не будет работать.
Если выполняется операция cout << (a>b); то компилятор это будет воспринимать как вызов глобальной функции: cout << operator>(a, b);