

**Объектно-ориентированное  
программирование  
с использованием языка**

**C++**



# Урок №16

Объектно-  
ориентированное  
программирование  
с использованием  
языка C++

## Содержание

Анализ и использование класса <code>vector</code> .....	3
Библиотека <code>vector</code> .....	3
Пример использования класса <code>vector</code> .....	8
Анализ и использование класса <code>list</code> .....	12
Библиотека <code>list</code> .....	12
Пример использования класса <code>list</code> .....	18
Анализ и использование класса <code>map</code> .....	21
Библиотека <code>map</code> .....	21
Пример использования класса <code>map</code> .....	26
Анализ и использование класса <code>multimap</code> .....	29
Библиотека <code>multimap</code> .....	29
Пример использования класс <code>multimap</code> .....	34
Домашнее задание.....	38

# Анализ и использование класса `vector`

## Библиотека `vector`

Класс `vector` поддерживает динамический массив и счетчик элементов, сохраненных в нем. Спецификация его шаблона имеет следующий вид:

```
template <class T, class Allocator = Allocator<T>>
class vector
```

Здесь **T** — *тип сохраняемых данных*, а **Allocator** *дает распределитель*. Класс `vector` имеет следующие конструкторы:

```
explicit vector(const Allocator &a = Allocator());
explicit vector(size_type num, const T &val = T(),
               const Allocator &a = Allocator());
vector(const vector <T,Allocator> &ob);
template < class InIter> vector(InIter start,
                               InIter end, const Allocator &a = Allocator());
```

Первая форма конструктора создает пустой вектор. Вторая создает вектор, который создает `num` элементов со значением `val`. Третья создает вектор, который содержит те же элементы, что и вектор `ob`. Четвертая создает вектор, который содержит элементы в диапазоне, заданном параметрами `start` и `end`.

Для класса `vector` определены следующие операторы сравнения:

- ==
- <
- <=
- !=
- >
- >=

Класс `vector` содержит следующие функции-члены:

```
template <class InIter> void assign(InIter start,
                                   InIter end);
```

Помещает в вектор последовательность, определяемую параметрами `start` и `end`.

```
void assign(size_type num, const T &val);
```

Помещает в вектор `num` элементов со значением `val`.

```
reference at(size_type i);
const_reference at(size_type i) const;
```

Возвращает ссылку на элемент, заданный параметром `i`. При этом, в отличие от перегруженного оператора `[]` данная функция в случае выхода за пределы массива генерирует исключение.

```
reference back();
const_reference back() const;
```

Возвращает ссылку на последний элемент в векторе.

```
iterator begin();
const_iterator begin() const;
```

Возвращает итератор для первого элемента в векторе.

```
size_type capacity() const;
```

Возвращает текущую ёмкость вектора, которая представляет собой количество элементов, способное храниться в векторе до того, как возникнет необходимость в выделении дополнительной памяти.

```
void clear();
```

Удаляет все элементы из вектора.

```
bool empty() const;
```

Возвращает значение истины, если используемый вектор пуст, и значение лжи в противном случае.

```
const_iterator end() const;
iterator end();
```

Возвращает итератор для конца вектора.

```
iterator erase(iterator i);
```

Удаляет элемент, адресуемый итератором `i`, возвращает итератор для элемента, расположенного после удаленного.

```
iterator erase(iterator start, iterator end);
```

Удаляет элементы в диапазоне, задаваемом параметрами `start` и `end`, возвращает итератор для элемента, расположенного за последним удалённым элементом.

```
reference front();
const_reference front() const;
```

Возвращает ссылку на первый элемент в векторе.

```
allocator_type get_allocator() const;
```

Возвращает распределитель вектора.

```
iterator insert(iterator i, const T &val = T());
```

Вставляет значение `val` непосредственно перед элементом, заданным параметром `i`, возвращает итератор для этого элемента.

```
void insert(iterator i, size_type num, const T &val);
```

Вставляет `num` копий значения `val` непосредственно перед элементом, заданным параметром `i`.

```
template <class InIter>
void insert(iterator i, InIter start, InIter end);
```

Вставляет в вектор последовательность, определяемую параметрами `start` и `end`, непосредственно перед элементом, заданным параметром `i`.

```
size_type max_size() const;
```

Возвращает максимальное число элементов, которое может содержать вектор.

```
reference operator[](size_type i) const;
const_reference operator[](size_type i) const;
```

Возвращает ссылку на элемент, заданный параметром `i`.

```
void pop_back();
```

Удаляет последний элемент в векторе.

```
void push_back(const T &val);
```

Добавляет в конец вектора элемент со значением, заданным параметром `val`.

```
reverse_iterator rbegin();
const_reverse_iterator rbegin() const;
```

Возвращает реверсивный итератор для конца вектора.

```
reverse_iterator rend();
const_reverse_iterator rend() const;
```

Возвращает реверсивный итератор для начала вектора.

```
void reverse(size_type num);
```

Устанавливает емкость вектора равной не менее заданного значения `num`.

```
void resize(size_type num, const T &val = T());
```

Устанавливает емкость вектора равной не менее заданного значения `num`, если вектор для этого нужно удлинить, то в его конец добавляются элементы со значением, заданным параметром `val`.

```
size_type size() const;
```

Возвращает текущее количество элементов в векторе.

```
void swap(deque<T, Allocator> &ob);
```

Выполняет обмен элементами данного вектора и вектора `ob`.

```
void flip();
```

Инвертирует значения всех битов в векторе.

```
static void swap(reference i, reference j);
```

Переставляет местами биты, заданные параметрами *i* и *j*.

### Пример использования класса vector

```
//Пример: Данный пример показывает приемы работы
//с контейнером vector.
#include <iostream>
#include <vector>
using namespace std;

void main()
{
    //Создаем вектор
    vector<int> vect;

    cout << "\nNumber of elements that could be
        stored in the vector without "
        << "allocating more storage --> "
        << vect.capacity();

    cout << "\n-----";
    //используя метод size() получаем текущее кол-во
    //элементов в векторе.
    //cout << "\nThe number of elements in the
        vector --> " << vect.size();

    cout << "\n-----";
    vect.resize(4, 0); //изменяем размер, новые
        //элементы заполнятся нулями
```

```
cout << "\nResizing...\n";
cout << "The number of elements in
    the vector --> " << vect.size() << endl;

cout << "\nvector  -->\t";
for (int i=0; i<vect.size(); i++)
{
    cout << vect[i] << '\t';
}
cout << "\n-----";

//максимальный размер вектора.
//Метод max_size() возвращает кол-во байт.
cout << "\nThe maximum possible length of the
    vector --> "
    << vect.max_size()/4;
cout << "\n-----";

vect.push_back(1); //вставляем единицу
    //в конец вектора
cout << "\npush_back\nvector  -->\t";
for (int i=0; i<vect.size(); i++)
{
    cout << vect[i] << '\t';
}
cout << "\n-----";
//создаем реверсный итератор и выставим
//его на конец вектора
vector<int>::reverse_iterator i_riterator =
    vect.rbegin();
cout << "\nreverse_iterator\nvector  -->\t";

//выводим содержимое вектора на экран используя
//реверсный итератор
for (int i=0; i<vect.size(); i++)
{
    cout << *(i_riterator+i) << '\t';
}
```

```

cout << "\n-----";

//создаем обычный итератор и выставлем его
//на конец вектора
vector<int>::iterator i_iterator = vect.end();

//вставка элемента "-1" перед последним элементом
vect.insert(i_iterator-1, -1);

cout << "\ninsert\nvector -->\t";

//выводим содержимое вектора на экран
//используя обычный итератор
for (i_iterator=vect.begin();
      i_iterator!=vect.end(); i_iterator++)
{
    cout << *(i_iterator) << '\t';
}
cout << "\n-----";

i_iterator = vect.end(); //итератор конца вектора
vect.insert(i_iterator-1, 2, 4); //вставка двух
                                //четверок перед
                                //последним
                                //элементом

cout << "\ninsert\nvector -->\t";
for (int i=0; i<vect.size(); i++)
{
    cout << vect[i] << '\t';
}
cout << "\n-----\n\n";
}

//Программа выводит следующий результат:

//Number of elements that the vector could contain
//without allocating more storage --> 0

```

```

//-----
//The number of elements in the vector --> 0
//-----
//Resizing...
//The number of elements in the vector --> 4
//
//vector -->    0    0    0    0
//-----
//The maximum possible length of the vector -->
268435455
//-----
//push_back
//vector -->    0    0    0    0    1
//-----
//reverse_iterator
//vector -->    1    0    0    0    0
//-----
//insert
//vector -->    0    0    0    0    -1    1
//-----
//insert
//vector -->    0    0    0    0    -1    4    4    1
//-----

```

# Анализ и использование класса list

## Библиотека list

Класс **list** поддерживает работу двунаправленного связанного списка. Спецификация его шаблона выглядит следующим образом:

```
template <class T, class Allocator = Allocator<T>>
class list
```

Здесь **T** — *тип данных, сохраняемых в списке*. Класс **list** имеет следующие конструкторы:

```
explicit list(const Allocator &a = Allocator());
explicit list(size_type num, const T &val = T(),
              const Allocator &a = Allocator());
list(const list <T,Allocator> &ob);
template < class InIter> list(InIter start, InIter end,
                             const Allocator &a = Allocator());
```

Первая форма конструктора создает пустой список. Вторая создает список, который содержит num элементов со значением val. Третья создает список, который содержит те же элементы, что и список ob. Четвертая создает список, который содержит элементы в диапазоне, заданном параметрами start и end.

Для класса **list** определены следующие операторы сравнения:

- ==
- <

- <=
- !=
- >
- >=

Класс **list** содержит следующие функции-члены:

Помещает в список последовательность, определяемую параметрами start и end.

```
template <class InIter> void assign(InIter start,
InIter end);
```

Помещает в список num элементов со значением val.

```
void assign(size_type num, const T &val);
```

Возвращает ссылку на последний элемент в списке.

```
reference back();
const_reference back() const;
```

Возвращает итератор для первого элемента в списке.

```
void clear();
```

Удаляет все элементы из списка.

```
bool empty() const;
```

Возвращает значение истины, если используемый список пуст, и значение лжи в противном случае.

```
const_iterator end() const;
iterator end();
```

Возвращает итератор для конца списка.

```
iterator erase(iterator i);
```

Удаляет элемент, адресуемый итератором *i*, возвращает итератор для элемента, расположенного после удаленного.

```
iterator erase(iterator start, iterator end);
```

Удаляет элементы в диапазоне, задаваемом параметрами *start* и *end*, возвращает итератор для элемента, расположенного за последним удалённым элементом.

```
reference front();  
const_reference front() const;
```

Возвращает ссылку на первый элемент в списке.

```
allocator_type get_allocator() const;
```

Возвращает распределитель списка.

```
iterator insert(iterator i, const T &val = T());
```

Вставляет значение *val* непосредственно перед элементом, заданным параметром *i*, возвращает итератор для этого элемента.

```
void insert(iterator i, size_type num, const T &val);
```

Вставляет *num* копий значения *val* непосредственно перед элементом, заданным параметром *i*.

```
template <class InIter> void insert(iterator i,  
                                   InIter start, InIter end);
```

Вставляет в список последовательность, определяемую параметрами *start* и *end*, непосредственно перед элементом, заданным параметром *i*.

```
size_type max_size() const;
```

Возвращает максимальное число элементов, которое может содержать список.

```
void merge(list<T,Allocator> &ob);  
template <class Comp> void merge(list<T,Allocator>  
                                &ob, Comp cmpfn);
```

Объединяет упорядоченный список, содержащийся в объекте *ob*, с данным упорядоченным списком. Результат также упорядочивается. После объединения список, содержащийся в объекте *ob*, остается пустым. Во второй форме может быть задана функция сравнения, которая определяет, когда один элемент меньше другого.

```
void pop_back();
```

Удаляет последний элемент в списке.

```
void pop_front();
```

Удаляет первый элемент в списке.

```
void push_back(const T &val);
```

Добавляет в конец списка элемент со значением, заданным параметром *val*.



```
void push_front(const T &val);
```

Добавляет в начало списка элемент со значением, заданным параметром `val`.

```
reverse_iterator rbegin();  
const_reverse_iterator rbegin() const;
```

Возвращает реверсивный итератор для конца списка.

```
reverse_iterator rend();  
const_reverse_iterator rbegin() const;
```

Возвращает реверсивный итератор для начала списка.

```
void remove(const T &val);
```

Удаляет из списка элементы со значением, заданным параметром `val`.

```
template <class UnPred> void remove_if(UnPred pr);
```

Удаляет элементы, для которых унарный предикат `pr` равен значению `true`.

```
void resize(size_type num, const T &val = T());
```

Устанавливает емкость списка равной не менее заданного значения `num`, если вектор для этого нужно удлинить, то в его конец добавляются элементы со значением, заданным параметром `val`.

```
void reverse();
```

Реверсирует список.

```
size_type size() const;
```

Возвращает текущее количество элементов в списке.

```
void sort();  
template <class Comp> void sort(Comp cmpfn);
```

Сортирует список. Вторая форма сортирует список с помощью функции сравнения `cmpfn`, чтобы определять, когда один элемент меньше другого.

```
void splice(iterator i, list<T,Allocator> &ob);
```

Вставляет содержимое списка `ob` в данный список в позиции, указанной итератором `i`. После выполнения этой операции список `ob` остается пустым.

```
void splice(iterator i, list<T,Allocator> &ob,  
            iterator el);
```

Удаляет из списка `ob` элемент, адресуемый итератором `el`, и сохраняет его в позиции, адресуемой итератором `i`.

```
void splice(iterator i, list<T,Allocator> &ob,  
            iterator start, iterator end);
```

Удаляет из списка `ob` диапазон, определяемый параметрами `start` и `end`, и сохраняет его в данном списке, начиная с позиции, адресуемой итератором `i`.

```
void swap(list<T,Allocator> &ob);
```

Выполняет обмен элементами данного списка и списка `ob`.

```
void unique();
template <class BinPred> void unique(BinPred pr);
```

Удаляет из списка элементы-дубликаты. Вторая форма для определения уникальности использует предикат pr.

### Пример использования класса list

```
//Пример: Принципы работы со списками:
//Создание, заполнение, сортировка,
//вывод списка на экран.
//Принципы работы с итераторами.

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

typedef list<int> ourList;

void ShowLists (ourList& l1, ourList& l2)
{
    //Создаем итератор.
    ourList::iterator iter;

    cout << "list1: ";
    for (iter = l1.begin(); iter != l1.end(); iter++)
    {
        //выводим элемент на который указывает итератор
        cout << *iter << " ";
    }

    cout << endl << "list2: ";
    for (iter = l2.begin(); iter != l2.end(); iter++)
    {
        cout << *iter << " ";
    }
    cout << endl << endl;
}
```

```
void main()
{
    //Создание двух пустых списков
    ourList list1, list2;

    //Заполнение обоих списков элементами
    for (int i=0; i<6; ++i)
    {
        list1.push_back(i);
        list2.push_front(i);
    }
    //вывод списков на экран
    ShowLists(list1, list2);

    //Во втором списке перемещение
    //первого элемента в конец
    list2.splice(list2.end(), //Позиция в приемник
                list2,        //Источник
                list2.begin()); //Позиция в источнике

    //"переворачиваем" первый список
    list1.reverse();
    ShowLists(list1, list2);

    //Сортировка обоих списков
    list1.sort();
    list2.sort();
    ShowLists(list1, list2);

    //Сливаем два отсортированных списка
    //в первый список
    list1.merge(list2);
    ShowLists(list1, list2);

    //удаляем дубликаты из первого списка
    list1.unique();
    ShowLists(list1, list2);
}
```

//Программа выводит следующий результат:

```
//list1:  0 1 2 3 4 5
//list2:  5 4 3 2 1 0
```

```
//list1:  5 4 3 2 1 0
//list2:  4 3 2 1 0 5
```

```
//list1:  0 1 2 3 4 5
//list2:  0 1 2 3 4 5
```

```
//list1:  0 0 1 1 2 2 3 3 4 4 5 5
//list2:
```

```
//list1:  0 1 2 3 4 5
//list2:
```

# Анализ и использование класса map

## Библиотека map

Класс map поддерживает ассоциативный контейнер, в котором уникальным ключам соответствуют определённые значения. Спецификация его шаблона имеет следующий вид:

```
template <class Key, class T, class Comp = less<key>,
class Allocator =Allocator<pair<const key, T>>>
class map
```

Здесь **key** — *тип данных ключей*, **T** — *тип сохраняемых (отображаемых) значений*, а **Comp** — *функция, которая сравнивает два ключа*. Класс **map** имеет следующие конструкторы:

```
explicit map(const Comp &cmpfn = Comp(),
             Allocator &a = Allocator());
map(map<Key, T, Comp, Allocator> &ob);
template < class InIter> map(InIter start,
                             InIter end, const Comp &cmpfn = Comp(),
                             const Allocator &a = Allocator());
```

Первая форма конструктора создает пустое отображение. Вторая создает отображение, которое содержит те же элементы, что и отображение ob. Третья создает отображение, которое содержит элементы в диапазоне, заданном параметрами start и end. Функция, заданная параметром cmpfn (и если она задана), определяет упорядочение отображения.

Для класса `map` определены следующие операторы сравнения:

- `==`
- `<`
- `<=`
- `!=`
- `>`
- `>=`

Класс `map` содержит перечисленные ниже функции-члены. В приведенных описаниях элемент `key_type` представляет тип ключа, а элемент `value_type` — пару элементов `pair<Key, T>`.

```
iterator begin();
const_iterator begin() const;
```

Возвращает итератор для первого элемента в отображении.

```
void clear();
```

Удаляет все элементы из отображения.

```
size_type count(const key_type &k) const;
```

Возвращает число вхождений ключа `k` в отображении (1 или 0).

```
size_type count(const key_type &k) const;
```

Возвращает значение `true`, если данное отображение пустое, и `false` в противном случае.

```
const_iterator end() const;
iterator end();
```

Возвращает итератор, указывающий на конец отображения.

```
pair<iterator, iterator> equal_range(const key_type &k);
pair<const_iterator, const_iterator>
    equal_range(const key_type &k) const;
```

Возвращает пару итераторов, которые указывают на первый и последний элементы в отображении, содержащие заданный ключ.

```
void erase(iterator i);
```

Удаляет элемент, адресуемый итератором `i`.

```
void erase(iterator start, iterator end);
```

Удаляет элементы в диапазоне, задаваемом параметрами `start` и `end`.

```
size_type erase(const key_type &k);
```

Удаляет из отображения элементы, ключи которых имеют значение `k`.

```
iterator find(const key_type &k);
const_iterator find(const key_type &k) const;
```

Возвращает итератор для заданного ключа. Если ключ не обнаружен, возвращает итератор до конца отображения.

```
allocator_type get_allocator() const;
```

Возвращает распределитель отображения.

```
iterator insert(iterator i, const value_type &val);
```

Вставляет значение `val` после элемента, заданным итератором `i`, возвращает итератор для этого элемента.

```
template <class InIter> void insert(InIter start,
                                   InIter end);
```

Вставляет элементы заданного диапазона.

```
pair<iterator, bool> insert(const value_type &val);
```

Вставляет значение `val` в используемое отображение. Возвращает итератор для данного отображения. Элемент вставляет только в том случае, если его еще нет в отображении. Если элемент был вставлен возвращает пару `pair<iterator, true>`, в противном случае `pair<iterator, false>`.

```
key_compare key_comp() const;
```

Возвращает объект-функцию, которая сравнивает ключи.

```
iterator lower_bound(const key_type &k);
const_iterator lower_bound(const key_type &k) const;
```

Возвращает итератор для первого элемента в отображении, ключ которого равен значению `k` или больше этого значения.

```
size_type max_size() const;
```

Возвращает максимальное число элементов, которое может содержать отображение.

```
reference operator[](const key_type &i);
```

Возвращает ссылку на элемент, заданный параметром `i`. Если этого элемента не существует, вставляет его в отображение.

```
reverse_iterator rbegin();
const_reverse_iterator rbegin() const;
```

Возвращает реверсивный итератор для конца отображения.

```
reverse_iterator rend();
const_reverse_iterator rend() const;
```

Возвращает реверсивный итератор для начала отображения.

```
size_type size() const;
```

Возвращает текущее количество элементов в отображении.

```
void swap(map<Key, T, Comp, Allocator> &ob);
```

Выполняет обмен элементами данного отображения и отображения `ob`.

```
iterator upper_bound(const key_type &k);
const_iterator upper_bound(const key_type &k) const;
```

Возвращает итератор для первого элемента в отображении, ключ которого больше заданного значения k.

```
value_compare value_comp() const;
```

Возвращает объект-функцию, которая сравнивает значения.

Этот класс предназначен для быстрого поиска значения по ключу. В качестве ключа может быть использовано все, что угодно, но при этом необходимо помнить, что главной особенностью ключа является возможность применить к нему операцию сравнения. Быстрый поиск значения по ключу осуществляется благодаря тому, что пары хранятся в отсортированном виде. Этот класс имеет недостаток — скорость вставки новой пары обратно пропорциональна количеству элементов, сохраненных в классе. Еще один важный момент — ключ должен быть уникальным.

### Пример использования класса map

```
//Пример: данный пример демонстрирует методы
//работы со отображениями

#include <iostream>
#include <map>
#include <vector>
using namespace std;

void main()
{
```

```
//создаем отображение
map <int, int> our_map;

//создаем вектор
vector <int> our_vector;

//максимальный размер вектора
cout << "\n\nmax size of vector --> "
      << our_vector.max_size() / sizeof(int);

//максимальный размер отображения
// (в два раза меньше т.к. для каждого элемента
// нужно хранить два значения - пару).
cout << "\n\nmax size of map --> "
      << our_map.max_size() / sizeof(int);

cout << "\n\n-----\n";

int val;
int key;

cout << "\nInput value : ";
cin >> val;

cout << "\nInput key : ";
cin >> key;

//создаем пару на основании двух значений.
pair<int, int> element(key, val);

//вставляем пару в отображение
our_map.insert(element);

//кол-во элементов в отображении
cout << "\nCurrent element of map --> "
      << our_map.size() << endl;

cout << "\n\n-----\n";
```

```

cout << "\nInput value : ";
cin >> val;

cout << "\nInput key : ";
cin >> key;

pair<map<int, int>::iterator, bool>
    err = our_map.insert(make_pair(key, val));

if (err.second == false)
{
    //отработает в случае если в отображение
    //не получилось добавить элемент
    //например если в отображении уже был
    //элемент с данным ключом.
    cout << "\nError !!!\n";
}
//кол-во элементов в отображении
cout << "\nCurrent element of map --> "
    << our_map.size() << endl;

//Вывод всех элементов на экран
map<int, int>::iterator iter = our_map.begin();
for (; iter != our_map.end(); iter++)
{
    cout << "\nKey --> " << iter->first
        << "\t\tValue --> " << iter->second;
}
cout << "\n-----\n";
}

```

# Анализ и использование класса multimap

## Библиотека multimap

Модифицированный вариант map, в котором отсутствует требование уникальности ключа — то есть, если произвести поиск по ключу, то вернется не одно значение, а набор значений, сохраненных с данным ключом.

Класс multimap поддерживает поддерживает ассоциативный контейнер, в котором неуникальным (в общем случае) ключам соответствуют определённые значения. Спецификация его шаблона имеет следующий вид:

```

template <class Key, class T, class Comp = less<key>,
class Allocator = Allocator<pair<const key, T>>>
class multimap

```

Здесь **key** — *тип данных ключей*, **T** — *тип сохраняемых (отображаемых) значений*, а **Comp** — *функция, которая сравнивает два ключа*. Класс **multimap** имеет следующие конструкторы:

```

explicit multimap(const Comp &cmpfn =
    Comp(), Allocator &a = Allocator());

multimap(multimap<Key, T, Comp, Allocator> &ob);

template < class InIter> multimap(InIter start,
    InIter end, const Comp &cmpfn = Comp(),
    const Allocator &a = Allocator());

```

Первая форма конструктора создает пустое мультиотображение. Вторая создает мультиотображение, которое содержит те же элементы, что и мультиотображение `ob`. Третья создает мультиотображение, которое содержит элементы в диапазоне, заданном параметрами `start` и `end`. Функция, заданная параметром `cmpfn` (и если она задана), определяет упорядочение мультиотображения.

Для класса `multimap` определены следующие операторы сравнения:

- `==`
- `<`
- `<=`
- `!=`
- `>`
- `>=`

Класс `multimap` содержит перечисленные ниже функции-члены. В приведенных описаниях элемент `key_type` представляет тип ключа, а элемент `value_type` — пару элементов `pair<Key, T>`.

```
iterator begin();
const_iterator begin() const;
```

Возвращает итератор для первого элемента в мультиотображении.

```
void clear();
```

Удаляет все элементы из мультиотображения.

```
size_type count(const key_type &k) const;
```

Возвращает число вхождений ключа `k` в мультиотображении (1 или 0).

```
bool empty() const;
```

Возвращает значение `true`, если данное мультиотображение пустое, и `false` в противном случае.

```
const_iterator end() const;
iterator end();
```

Возвращает итератор, указывающий на конец мультиотображения.

```
pair<iterator, iterator> equal_range(const key_type &k);
pair<const_iterator, const_iterator>
    equal_range(const key_type &k) const;
```

Возвращает пару итераторов, которые указывают на первый и последний элементы в мультиотображении, содержащие заданный ключ.

```
void erase(iterator i);
```

Удаляет элемент, адресуемый итератором `i`.

```
void erase(iterator start, iterator end);
```

Удаляет элементы в диапазоне, задаваемом параметрами `start` и `end`.

```
size_type erase(const key_type &k);
```

Удаляет из мультиотображения элементы, ключи которых имеют значение `k`.



```
iterator find(const key_type &k);
const_iterator find(const key_type &k) const;
```

Возвращает итератор для заданного ключа. Если ключ не обнаружен, возвращает итератор до конца мультиотображения.

```
allocator_type get_allocator() const;
```

Возвращает распределитель мультиотображения.

```
iterator insert(iterator i, const value_type &val);
```

Вставляет значение `val` после элемента, заданным итератором `i`, возвращает итератор для этого элемента.

```
template <class InIter> void insert(InIter start,
                                   InIter end);
```

Вставляет элементы заданного диапазона.

```
pair<iterator, bool> insert(const value_type &val);
```

Вставляет значение `val` в используемое мультиотображение. Возвращает итератор для данного мультиотображения. Элемент вставляет только в том случае, если его еще нет в мультиотображении. Если элемент был вставлен возвращает пару `pair<iterator, true>`, в противном случае `pair<iterator, false>`

```
key_compare key_comp() const;
```

Возвращает объект-функцию, которая сравнивает ключи.

```
iterator lower_bound(const key_type &k);
const_iterator lower_bound(const key_type &k) const;
```

Возвращает итератор для первого элемента в мультиотображении, ключ которого равен значению `k` или больше этого значения.

```
size_type max_size() const;
```

Возвращает максимальное число элементов, которое может содержать мультиотображение.

```
reference operator[](const key_type &i);
```

Возвращает ссылку на элемент, заданный параметром `i`. Если этого элемента не существует, вставляет его в мультиотображение.

```
reverse_iterator rbegin();
const_reverse_iterator rbegin() const;
```

Возвращает реверсивный итератор для конца мультиотображения.

```
reverse_iterator rbegin();
const_reverse_iterator rbegin() const;
```

Возвращает реверсивный итератор для начала мультиотображения.

```
size_type size() const;
```

Возвращает текущее количество элементов в мультиотображении.

```
void swap(multimap<Key, T, Comp, Allocator> &ob);
```

Выполняет обмен элементами данного мультиотображения и мультиотображения ob.

```
iterator upper_bound(const key_type &k);
const_iterator upper_bound(const key_type &k) const;
```

Возвращает итератор для первого элемента в мультиотображении, ключ которого больше заданного значения k.

```
value_compare value_comp() const;
```

Возвращает объект-функцию, которая сравнивает значения.

### Пример использования класс multimap

```
//в данном примере в сравнительном виде показаны отличия
//в работе с отображением и мультиотображением

#include <iostream>
#include <map>      //map,multimap -- отображение,
                  //мультиотображение (отображение
                  //с повторениями)
#include <string>
using namespace std;

//шаблонная функция для вывода содержимого отображения
//или мультиотображения на экран
template<class container> void show(container col)
{
    for(container::const_iterator i = col.begin();
        i != col.end(); ++i)
    {
        cout << i->first << '\t' << i->second << endl;
    }
}
```

```
    }
    cout << endl << endl;
}

void main()
{
    cout << "map\n\n";
    //Создаем пустой контейнер (отображение)
    map<string,int> cont;

    //Создаем пустой контейнер (мультиотображение)
    multimap<string,int> multicont;

    //добавляем две пары в отображение
    cont.insert(pair<string,int>("Ivanov",10));
    cont.insert(pair<string,int>("Petrov",20));

    //добавится пара "Sidorov, 30"
    cont["Sidorov"] = 30;
    show(cont);

    //заменится значение в паре с ключем "Ivanov"
    cont["Ivanov"] = 50;
    show(cont);

    //Элемент не добавится, т.к. пара
    //с ключем "Ivanov" уже существует
    cont.insert( pair<string,int>("Ivanov",100) );
    show(cont);

    //////////////////////////////////////
    cout << "-----\nmultimap\n\n";

    multicont.insert( pair<string,int>("Ivanov",10) );
    multicont.insert( pair<string,int>("Petrov",20) );
    multicont.insert( pair<string,int>("Sidorov",20) );
}
```

```

//Для мульти отображения не определен оператор "[]"
//multicont["Sidorov"] = 30;    //Error
show( multicont );

//Добавляем пару ("Ivanov",100)
multicont.insert( pair<string,int>("Ivanov",100) );
show( multicont );

//Ищем первое вхождение элемента с ключем "Petrov"
multimap<string,int>::iterator iter =
    multicont.find("Petrov");
cout << iter->first << '\t' << iter->second
    << endl << endl;

cout << "Count of key \"Ivanov\" in multimap = "
    << multicont.count("Ivanov") << endl;

//возвращает итератор, указывающий на первое включение
//данного ключа или на конец отображения
//в случае отсутствия
iter = multicont.lower_bound("Ivanov");

for(; iter != multicont.upper_bound("Ivanov")
    && iter != multicont.end(); iter++)
{
    cout << iter->first << '\t' << iter->second
        << endl;
}

cout << endl << endl;
}

//Программа выводит следующий результат:
//map
//
//Ivanov  10
//Petrov  20

```

```

//Sidorov 30
//
//
//Ivanov  50
//Petrov  20
//Sidorov 30
//
//
//Ivanov  50
//Petrov  20
//Sidorov 30
//
//
//-----
//multimap
//
//Ivanov  10
//Petrov  20
//Sidorov 20
//
//
//Ivanov  10
//Ivanov  100
//Petrov  20
//Sidorov 20
//
//
//Petrov  20
//
//Count of key "Ivanov" in multicont = 2
//Ivanov  10
//Ivanov  100

```

# Домашнее задание

---

1. Заполнить вектор длиной 10 квадратами целых чисел и вывести его в выходной поток.
2. Заполнить двумерный вектор таблицей умножения и вывести его в выходной поток.
3. Описать класс "студент" с полями: имя, фамилия, курс. Переопределить у этого класса оператор вывода в поток. Написать функцию заполнения вектора из класса "студент" произвольными данными. Написать функцию печати содержимого вектора. Отсортировать вектор по именам студентов по возрастанию. Отсортировать стабильно вектор по фамилиям студентов. Поставить в первые три элемента вектора студентов самых младших курсов по возрастанию. После каждой операции выводить список студентов в выходной поток.