Языки программирования

Standard Template Library, часть 1

Стандартная библиотека

- **Потоковые классы**
- **Строковые классы**
- **Контейнерные классы** – классы для хранения данных, реализующие наиболее распространенные структуры данных, например, очередь, стек, линейный список.
- **Алгоритмы** – классы, реализующие процедуры для обработки данных контейнеров различными способами
- **Итераторы** – обобщение указателей, они ссылаются на элементы контейнера. Итераторы связывают алгоритмы с контейнерами.
- **Математические классы** – поддерживают эффективную обработку массивов с плавающей точкой, работу с комплексными числами
- **Диагностические классы** – обеспечивают динамическую идентификацию типов и объектно-ориентированную обработку ошибок

STL

Достоинства и недостатки STL

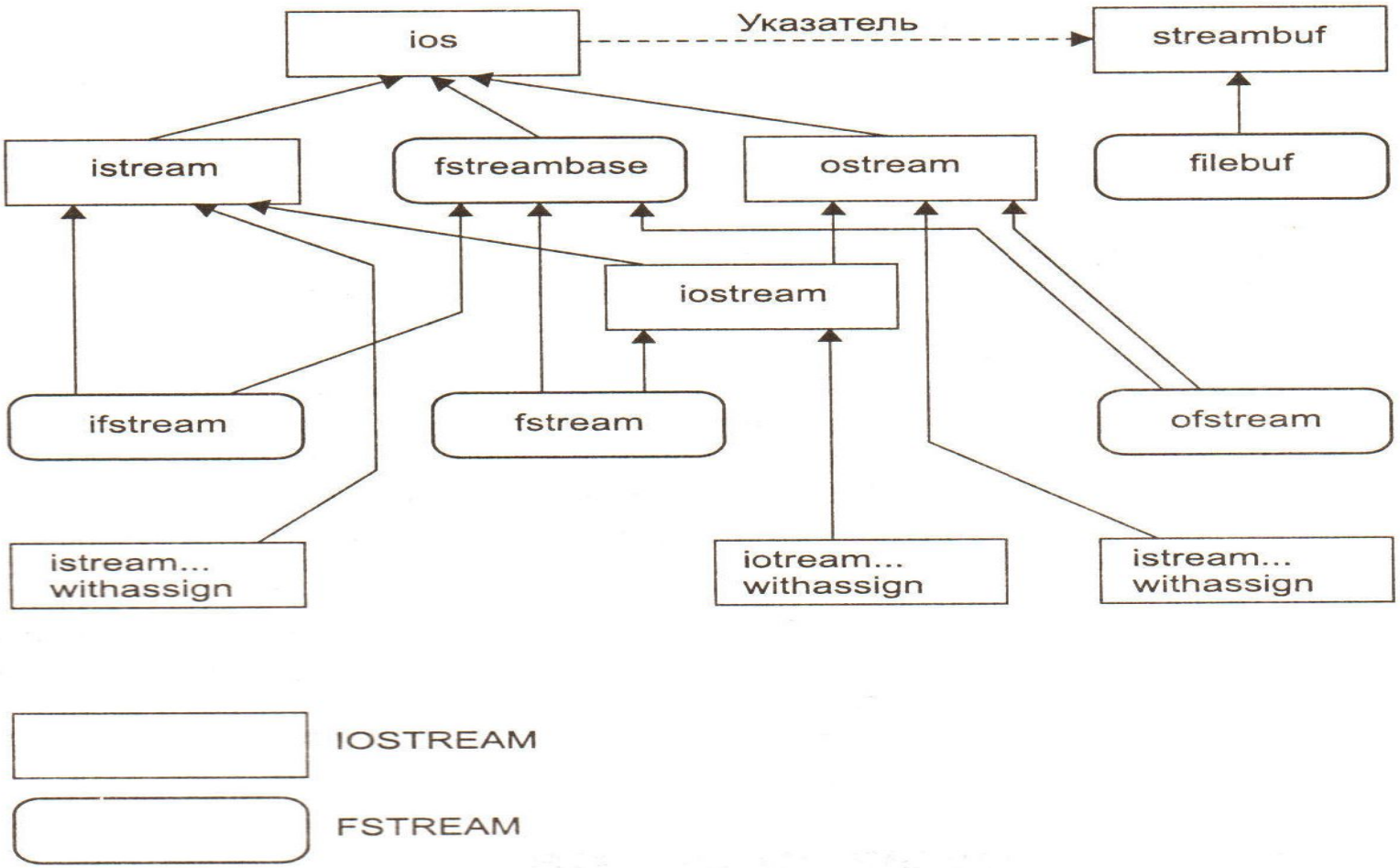
Достоинства

- Повышение надежности программ, а также их переносимости и универсальности
- Уменьшение объема исходного кода
- Уменьшение времени работы программиста

Недостатки

- Снижение быстродействия программы
- Необходимость изучения STL

Потоковые классы



Потоковые классы

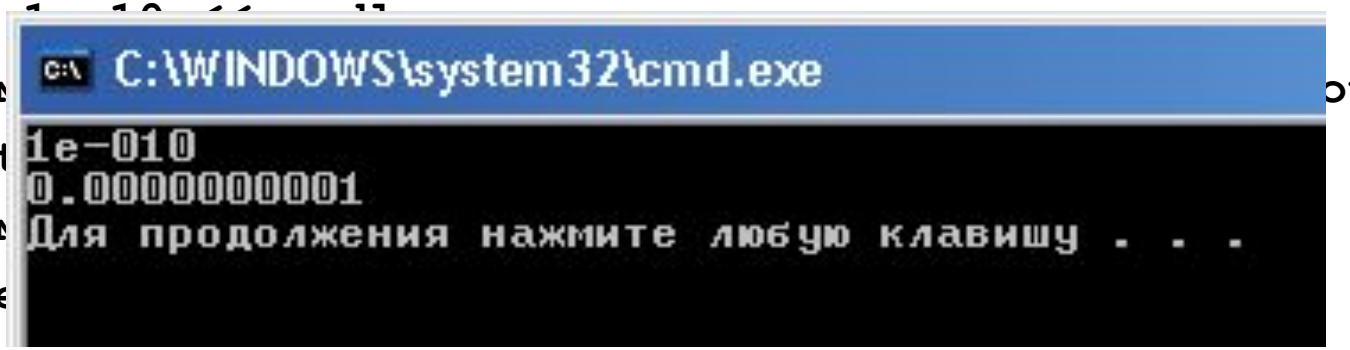
- **Флаг форматирования** – отдельные биты в поле x_flags типа long класса ios. Они работают переключателями, определяющими различные форматы и способы ввода/вывода. Задание флагов осуществляется методом setf(flags), а получение flags();
- **Манипуляторы** – это инструкции форматирования, которые вставляются прямо в поток.

Флаги форматирования

Флаг	Значение
skipws	Пропуск пробелов при вводе
left	Выравнивание по левому краю
right	Выравнивание по правому краю
internal	Заполнение между знаком или основанием числа и самим числом
dec	Перевод в десятичную форму
oct	Перевод в восьмеричную форму
hex	Перевод в шестнадцатеричную форму
boolalpha	Перевод логического 0 и 1 соответственно в «false» и «true»
showbase	Выводить индикатор основания системы счисления (0 для восьмеричной, 0x для шестнадцатеричной)
showpoint	Показывать десятичную точку при выводе
uppercase	Переводить в верхний регистр буквы X, E и буквы шестнадцатеричной системы счисления (ABCDEF) (по умолчанию — в нижнем регистре)
showpos	Показывать «+» перед положительными целыми числами
scientific	Экспоненциальный вывод чисел с плавающей запятой
fixed	Фиксированный вывод чисел с плавающей запятой
unitbuf	Сброс потоков после вставки
stdio	сброс stdout, sterror после вставки

Пример использования флагов форматирования

```
//Сохраняем текущие значения флагов
long prev_flags = cout.flags();
//Выводим вещественное число, на экране - экспоненциальная
  форма
cout <<
//Задаем
cout.set
//Задаем
cout.pre
//Выводим то же число и видим все десять знаков
cout << 1e-10 << endl;
//Восстанавливаем флаги
cout.setf(prev_flags);
```



Манипуляторы

Манипулятор	Назначение
ws	Включает пропуск пробелов при вводе
dec	Перевод в десятичную форму
oct	Перевод в восьмеричную форму
hex	Перевод в шестнадцатеричную форму
endl	Вставка разделителя строк и очистка выходного потока
ends	Вставка символа отсутствия информации для окончания выходной строки
flush	Очистка выходного потока
lock	Закрыть дескриптор файла
unlock	Открыть дескриптор файла

Пример использования манипуляторов

```
#include <iomanip>
……
  cout << hex << 31 << " " << oct << 31 << "
  " << dec << 31 << endl;
  cout << setw(10) << 666 << endl;
```

Контейнеры

- **Последовательные контейнеры** – обеспечивают хранение конечного количества однотипных величин в виде непрерывной памяти
  - Векторы – `vector`
  - Двусторонние очереди – `deque`
  - Линейные двусвязные списки – `list`
  - Их адаптеры:
    - Стеки – `stack`
    - Очереди – `queue`
    - Очереди с приоритетами – `priority_queue`
- **Ассоциативные контейнеры** – обеспечивают быстрый доступ к данным по ключу. Построены на базе сбалансированных деревьев
  - Словари – `map`
  - Словари с дубликатами – `multimap`
  - Множества – `set`
  - Мультимножества (множества с дубликатами) – `multiset`
  - Битовые множества - `bitset`

Характеристика контейнеров

- Позволяют хранить **данные произвольных типов**
- Обеспечивают **стандартизированный интерфейс** для выполнения операций над хранимыми данными
- **Стандартизирован только интерфейс**, возможны **разные реализации** контейнерных классов разными разработчиками STL/сред программирования

Типы, определения которых содержатся в каждом контейнерном классе STL

Поле	Пояснение
value_type	Тип элемента контейнера
size_type	Тип индексов, счетчиков элементов и т. д.
iterator	Итератор
const_iterator	Константный итератор
reverse_iterator	Обратный итератор
const_reverse_iterator	Константный обратный итератор
reference	Ссылка на элемент
const_reference	Константная ссылка на элемент
key_type	Тип ключа (для ассоциативных контейнеров)
key_compare	Тип критерия сравнения (для ассоциативных контейнеров)

Понятие итератора

Итератор является **аналогом указателя** на элемент. Используется для просмотра контейнера в прямом или обратном порядке.

Итератор умеет:

- ссылаться на элемент контейнера (операция *);
- переходить к следующему элементу контейнера (операция ++).

Константные итераторы необходимы для работы с элементами контейнера без возможности их изменения.

Итераторы просмотра элементов контейнеров

Метод	Пояснение
`iterator begin(),` `const_iterator begin() const`	Указывают на первый элемент
`iterator end(),` `const_iterator end() const`	Указывают на элемент, следующий за последним
`reverse_iterator rbegin(),` `const_reverse_iterator rbegin() const`	Указывают на первый элемент в обратной последовательности
`reverse_iterator rend(),` `const_reverse_iterator rend() const`	Указывают на элемент, следующий за последним, в обратной последовательности

Методы, позволяющие определить сведения о размере контейнера

Метод	Пояснение
`size()`	Число элементов
`max_size()`	Максимальный размер контейнера (порядка миллиарда элементов)
`empty()`	Булевская функция, показывающая, пуст ли контейнер

Заголовочные файлы для работы с библиотекой STL

- `algorithm`
- `deque`
- `functional`
- `iterator`
- `list`
- `map`
- `memory`
- `numeric`
- `queue`
- `set`
- `stack`
- `utility`
- `vector`

Характеристика общих операций для последовательных контейнеров

Операция	Метод	vector	deque	list
Вставка в начало	push_front	–	+	+
Удаление из начала	pop_front	–	+	+
Вставка в конец	push_back	+	+	+
Удаление из конца	pop_back	+	+	+
Вставка в произвольное место	insert	(+)	(+)	+
Удаление из произвольного места	erase	(+)	(+)	+
Произвольный доступ к элементу	[ ]. at	+	+	–

“-” – операция в контейнере не реализована

“+” – операция выполняется за постоянное время, не зависящее от размера контейнера n

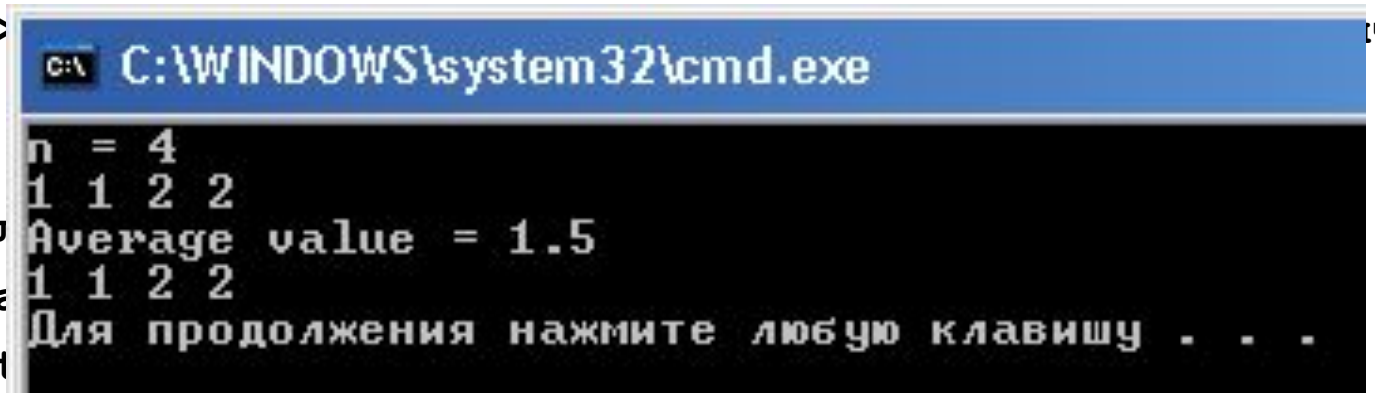
“(+)” – операция выполняется за время, пропорциональное n

Векторы - vector

- Являются аналогами динамических массивов с возможностью изменения размера
- Эффективно реализуют операции произвольного доступа к элементам, добавления в конец и удаления с конца
- Неэффективно реализуют операции вставки и удаления в начало или середину

Пример использования вектора

```
int n, x;
vector<int> v; //объявляем вектор целых чисел
cout << "n = ";
cin >> n;       //вводим количество элементов
for (int i = 0; i < n; i++) { //вводим элементы
  cin >>
  конец
}
//Вычисл
double a
for (int
  avg += v[i]; //обращение к элементам вектора по индексу
avg /= v.size();
cout << "Average value = " << avg << endl;
//Печать вектора на экран с использованием итератора I
for (vector<int>::iterator i = v.begin(); i != v.end(); i++)
{
  cout << *i << " ";
```



Конструкторы создания вектора

- Конструктор по умолчанию

```
explicit vector();
```

- Конструктор, создающий вектор размера `n` и заполняющий его значением `value`. Если `value` не указано, то для встроенных типов происходит инициализация нулем, для пользовательских – вызывается конструктор по умолчанию

```
explicit vector(size_type n, const T& value = T());
```

- Конструктор копирования значений из диапазона итераторов `[first, last)` другого контейнерного класса

```
vector(InputIter first, InputIter last);
```

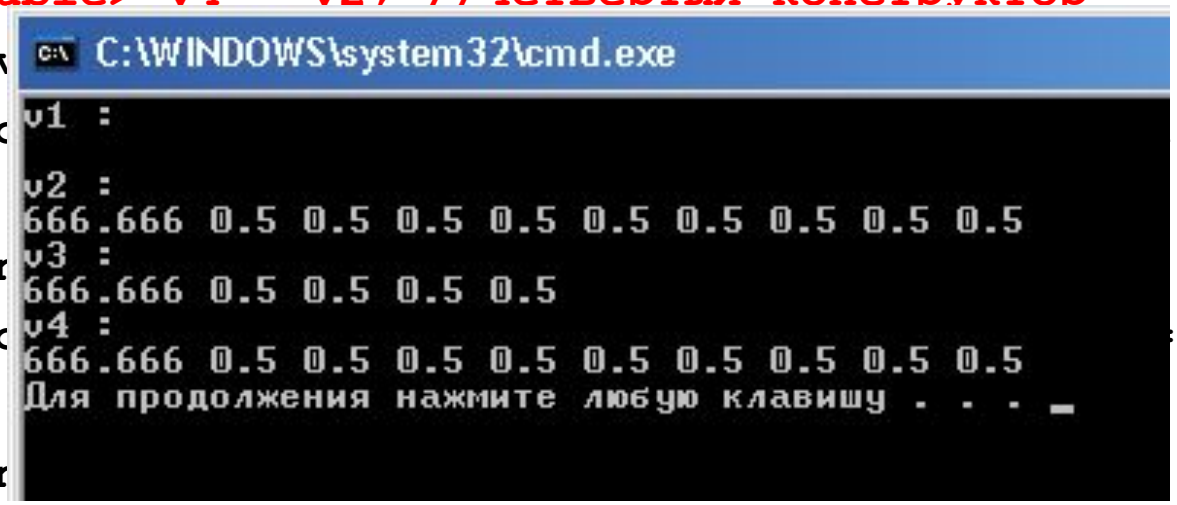
- Конструктор копирования

```
vector(const vector<T>& x);
```

`explicit` запрещает неявное преобразование типов при объявлении векторов с инициализацией

Пример использования конструкторов (1)

```
vector<int> v1; //используется первый конструктор
vector<double> v2(10, 0.5); //второй конструктор
v2[0] = 666.666;
vector<double> v3(v2.begin(), v2.begin() + 5);//третий конст-р
vector<double> v4 = v2; //четвертый конструктор
cout << "v
for (vecto                                          .end(); i++)
  cout <<
cout << er
for (vecto                                          v2.end(); i++)
  cout <<
cout << er
for (vector<double>::iterator i = v3.begin(); i != v3.end(); i++)
  cout << *i << " ";
cout << endl; cout << "v4 :" << endl;
for (vector<double>::iterator i = v4.begin(); i != v4.end(); i++)
  cout << *i << " ";
cout << endl;
```



Пример использования конструкторов (2)

```
vector<int> v1;
vector<double> v2(10, 0.5);
v2[0] = 666.666;
vector<double> v3(v2.begin(), v2.begin() + 5);
vector<double> v4 = v2;

cout << "v1 :" << endl << v1;
cout << "v2 :" << endl << v2;
cout << "v3 :" << endl << v3;
cout << "v4 :" << endl << v4;

//Шаблонная функция печати элементов вектора
template <class T>
ostream& operator<< (ostream& out, const vector<T>& v)
{
  for (vector<T>::const_iterator i = v.begin(); i != v.end(); i++)
   out << *i << " ";
  cout << endl;
```

Далее в примерах будет использоваться данная шаблонная функция печати вектора

Присваивание векторов

- С помощью операции присваивания

```
vector<T>& operator= (const vector<T>& x);
```

- С помощью методов

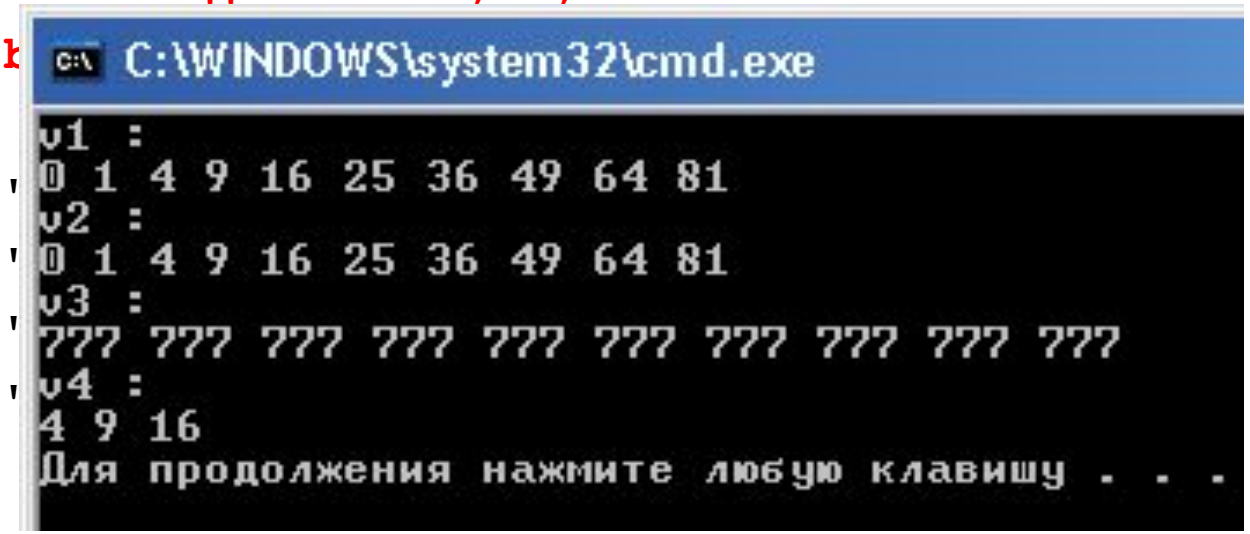
```
void assign(size_type n, const T& value);
void assign(InputIter first, InputIer last);
```

Использование методов аналогично соответствующим конструкторам.

Пример использования присваивания

```
vector<int> v1, v2, v3, v4;
for (int i = 0; i < 10; i++)
  v1.push_back(i * i);
v2 = v1; //Вызов операции =
//Присвоение v3 десяти значений 777
v3.assign(10, 777);
//Присвоение v4 значений из диапазона итераторов [v1.begin() + 2,
  v1.begin() + 5),
//т.е. значений с индексами 2, 3, 4
v4.assign(v1.b

cout << "v1 :"
cout << "v2 :"
cout << "v3 :"
cout << "v4 :"
```



Доступ к элементам вектора

- С помощью операции индексирования `[]`:

  `reference operator[] (size_type i);`
- По индексу с помощью метода:

  `reference at(size_type i);`

  При выходе за границу вектора генерируется исключение `out_of_range`
- Обращение к первому элементу вектора

  `reference front();`
- Обращение к последнему элементу вектора

  `reference back();`

Знаки операций, определенные для векторов

Знаки операций	Назначение
=	Присвоение
<, >, <=, >=, ==, !=	Лексикографическое сравнение векторов

Получение размера памяти и ее резервирование

- Получение размера занимаемой памяти

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

- Ручное резервирование памяти под n элементов вектора. Память выделяется, но сами элементы не добавляются

```
void reserve(size_type n);
```

Память под вектор выделяется динамически блоками по 256 или 1024 элемента. Перераспределение памяти происходит динамически при превышении текущего объема. После перераспределения любые итераторы, указывающие на вектор становятся недействительными. Функция `reserve` позволяет предварительно зарезервировать память под то, количество элементов, которые могут оказаться в векторе в ходе выполнения программы.

Замечание

Если заранее известен размер вектора, то чтобы сократить накладные расходы по работе с памятью, постарайтесь зарезервировать память

Пример использования резервирования

```
int n, x;
vector<int> v; //объявляем вектор целых чисел
cout << "n = ";
cin >> n;       //вводим количество элементов
v.reserve(n);
for (int i = 0; i < n; i++) { //вводим элементы
  cin >> x;v.push_back(x); //добавляем очередной элемент в
  конец вектора
}
//Вычисление среднего арифметического
double avg = 0.0;
for (int i = 0; i < v.size(); i++)
  avg += v[i]; //обращение к элементам вектора по индексу
avg /= v.size();
cout << "Average value = " << avg << endl;
//Печать вектора на экран с использованием итератора I
for (vector<int>::iterator i = v.begin(); i != v.end(); i++)
{
```

Добавление в конец вектора, удаление из конца

- Добавление в конец вектора

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

- Удаление из конца вектора

```
void pop_back();
```

Методы вставки значений в вектор

- Вставка значения `value` в позицию, на которую указывает итератор `pos`, возвращаемое значение – итератор, указывающий на место вставки

```
iterator insert(iterator pos,
                const T& value);
```

- Вставка в позицию `pos` вектора `n` одинаковых элементов со значением `value`

```
void insert(iterator pos, size_type n,
            const T& value);
```

- Вставка в позицию `pos` вектора из элементов другого контейнера из диапазона итераторов `[first last)`

```
void insert(iterator pos,
            InputIter first,
            InputIter last);
```

Пример вставки значений в вектор

```
vector<int> v, v1;
for (int i = 0; i < 10; i++)
  v.push_back(i);
```


```
v.insert(v.end(), 5, 69);
cout << v;
for (int i = 0; i < 5; i++)
  v1.push_back(i * i);

//Вставка в начало вектора v всех значений вектора v1
v.insert(v.begin(), v1.begin(), v1.end());
```

Методы удаления элементов из вектора

- Удаление одного элемента. `pos` – итератор, указывающий на него. Возвращаемое значение – итератор, указывающий на элемент после удаленного

```
iterator erase(iterator pos);
```

- Удаление нескольких элементов из диапазона итераторов `[first, last)`

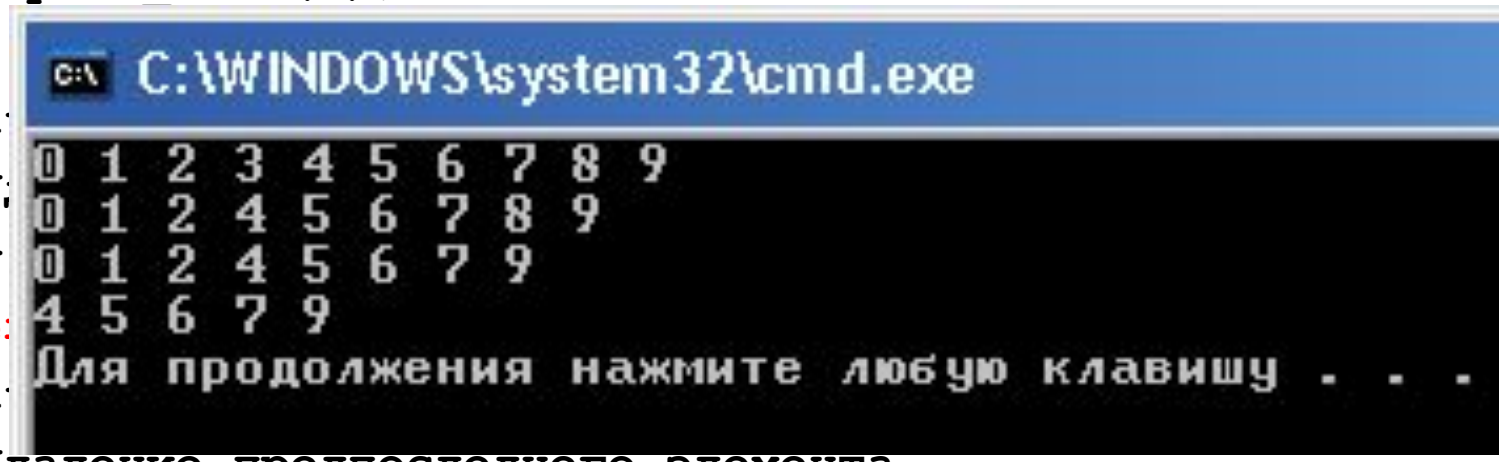
```
iterator erase(iterator first,
               iterator last);
```

Пример удаления значений из вектора

```
vector<int> v;

for (int i = 0; i < 10; i++)
  v.push_back(i);

cou
//У
//v
v.e
cou
//Удаление предпоследнего элемента
v.erase(v.end() - 2);
cout << v;
//Удаление первых трех элементов
v.erase(v.begin(), v.begin() + 3);
cout << v;
```



Прочие методы работы с векторами

- Обмен местами векторов

```
void swap(vector<Y>& x);
```

- Очистка вектора

```
void clear();
```

- Изменение размера вектора, `n` – новый размер. Если `n` меньше текущего размера вектора, то удаляются последние элементы, если больше – добавляются новые элементы равные value в конец вектора

```
void resize(size_type n, T value = T());
```

Матрицы на основе векторов строятся как векторы векторов

```
int nr, nc;
vector< vector<double> > mat;

cout << "nr = ";
cin >> nr;
cout << "nc
cin >> nc;
mat.resize
for (int i
  mat[i].re
cout << "En
for (int i
  for (int j = 0; j < nc; j++)
   cin >> mat[i][j];

double sum = 0.0;
for (int i = 0; i < nr; i++)
  for (int j = 0; j < nc; j++)
   sum += mat[i][j];
```