Лекция 08
БГТУ, ФИТ, ПОИТ, 2 семестр,
Конструирование программного обеспечения

Структура языка программирования. Стандартная библиотека

1. Стандартная библиотека:

В составе языка программирования, как правило, есть обязательный (стандартный) набор функций. Такие функции называют встроенными.
Встраиваться функции могут тремя способами:

- прямо в код транслятора;
- находиться в отдельной библиотеке;
- сочетание первого и второго случаев.

Основные требования к набору средств стандартной библиотеки (Бьёрн Страуструп):

- ***эффективность***;
- ***независимость от алгоритмов*** — должна предоставлять возможность задавать алгоритмы в качестве параметров;
- ***удобство и безопасность***;
- ***завершённость*;**
- ***органично сочетаться с языком*;**
- ***типобезопасность*;**
- ***поддержка общепринятых стилей программирования***;
- ***расширяемость*** – способность единообразно работать со встроенными типами данных и с типами, определяемыми пользователем

Подходы к разработке стандартных библиотек языков программирования:

- должна содержать в себе только те процедуры и функции, которые используются практически всеми и обладают максимальной универсальностью;
- должна содержать в себе максимально возможное количество типичных алгоритмов, обеспечивать простую работу с большинством объектов (в идеале, со всеми), с которыми может взаимодействовать программа. Пример реализации этого подхода является язык Python с девизом «Batteries included» (батарейки в комплекте).

Второй подход основывается на утверждении, что скорость написания программ и их корректность важнее эффективности. Программист должен иметь максимум готовых, проверенных библиотечных функций, которые он сможет использовать.
Программирование «вручную» необходимо только для нетривиальных алгоритмов.
Результат: экономия времени и минимизация технических ошибок при написании кода.

Состав.
В зависимости от возможностей языка, стандартная библиотека может содержать:

- процедуры и функции;
- макросы;
- глобальные переменные;
- классы;
- шаблоны.

2. Стандартная библиотека C++: ANSI C и STL.

- ✓ имя и характеристики каждой функции указываются в заголовочном файле;
- ✓ текущая реализация функций описана отдельно в библиотечном файле;
- ✓ стандартная библиотека обычно поставляется вместе с компилятором.

Стандартные библиотеки C и C++

Ни в C, ни в C++ нет ключевых слов, обеспечивающих ввод-вывод, обрабатывающих строки, выполняющих различные математические вычисления или какие-нибудь другие полезные процедуры. Все эти операции выполняются с использования набора библиотечных функций, поддерживаемых компилятором.

Язык программирования C включает стандартную библиотеку C-функций, которая поддерживается всеми компиляторами с языков C и C++.

Язык программирования C++ содержит два вида стандартных библиотек.

В первой библиотеке хранятся стандартные универсальные функции, не принадлежащие ни одному классу, которая ***унаследована от языка C***.

Вторая библиотека содержит библиотеку классов и является ***объектно-ориентированной***.

3. Стандартная библиотека C++: ANSI C89

(заголовки вида `<cxxxx>`, пространство имен `std`).

> В 1983 году Американским национальным институтом стандартов (ANSI) был сформирован комитет для разработки стандарта языка Си.
>
> В 1989 году принят стандарт **C89**, в который был включен набор библиотек, названный **Стандартная библиотека ANSI Си**.

Стандартная Библиотека современного языка C++ включает в себя спецификации стандарта **ISO C90** стандартной библиотеки языка Си и представляет собой набор файлов заголовков.

В новых файлах заголовков отсутствует расширение `.h`.

> Каждый заголовочный файл из стандартной библиотеки языка Си включен в стандартную библиотеку языка C++ под именами, созданными путём отсечения расширения `.h` и добавлением символа '`c`' в начале.
>
> Пример, `<time.h>` стал `<ctime>`.
>
> Единственное отличие между этими файлами заголовков и традиционными заголовочными файлами стандартной библиотеки языка Си заключается в том, что функции должны быть помещены в пространство имен **`std::`**

4. Стандартная библиотека C++: STL

Стандартная библиотека шаблонов работает на большинстве комбинаций платформ/компиляторов, включая cfront, Borland, Visual C++, Set C++, ObjectCenter (UNIX C/C++) и последние компиляторы от Sun&HP.

Авторы Стандартной библиотеки шаблонов – наш соотечественник Алекс Степанов и Менг Ли.

В интервью Степанов сказал:

«Я начал размышлять об обобщённом программировании в конце 70-х, когда заметил, что некоторые алгоритмы зависят не от конкретной реализации структуры данных, а лишь от небольшого числа существенных семантических свойств этой структуры. Так что я начал рассматривать самые разные алгоритмы, и обнаружил, что большинство из них могут быть абстрагированы от конкретной реализации так, что эффективность при этом не теряется. Эффективность является для меня одной из основных забот».

5. ANSI C + STL

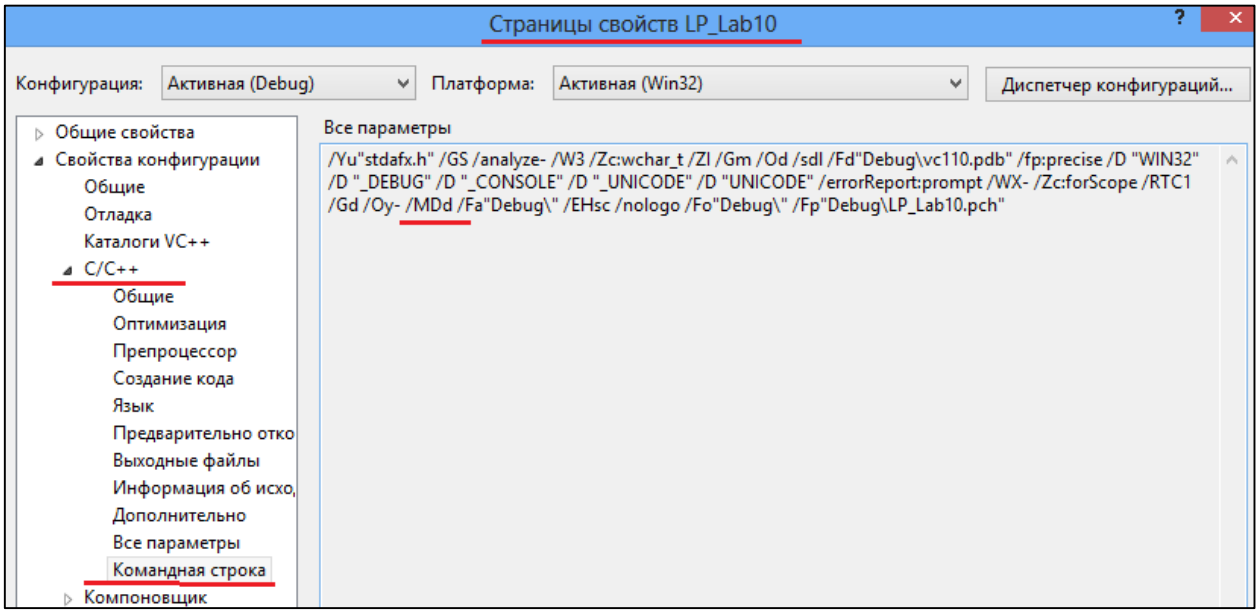
Большинство библиотек поддерживает как ***статическое связывание*** (для связывания библиотеки непосредственно в коде), так и ***динамическое связывание*** (для использования в коде общих библиотек DLL).

Таблица ниже содержит LIB-файлы, входящие в библиотеки времени выполнения, а также связанные с ними параметры компилятора и директивы препроцессора:

Стандартная библиотека C++

Стандартная библиотека C++	Характеристики	Параметр	Директивы препроцессора
LIBCPMT.LIB	Многопоточный, статические связи	**/MT**	_MT
MSVCPRT.LIB	Многопоточный, динамические ссылки (библиотека импорта MSVCP110.dll)	**/MD**	_MT, _DLL
LIBCPMTD.LIB	Многопоточный, статические связи	**/MTd**	_DEBUG, _MT
MSVCPRTD.LIB	Многопоточный, динамические ссылки (библиотека импорта MSVCP110D.БИБЛИОТЕКА DLL)	**/MDd**	_DEBUG, _MT, _DLL

При сборке финальной версии проекта одна из базовых библиотек времени выполнения C (`libcmt.lib, msvcmrt.lib, msvcrt.lib`) из таблицы будет скомпонована по умолчанию, ***в зависимости*** от выбранного параметра компилятора.



При включении в код любого из файлов заголовков стандартной библиотеки C++, Visual C++ автоматически подключит во время компиляции стандартную библиотеку C++.

Пример 1: (C++)

```
#include <ios>
```

Пример 2: (<cstring>)

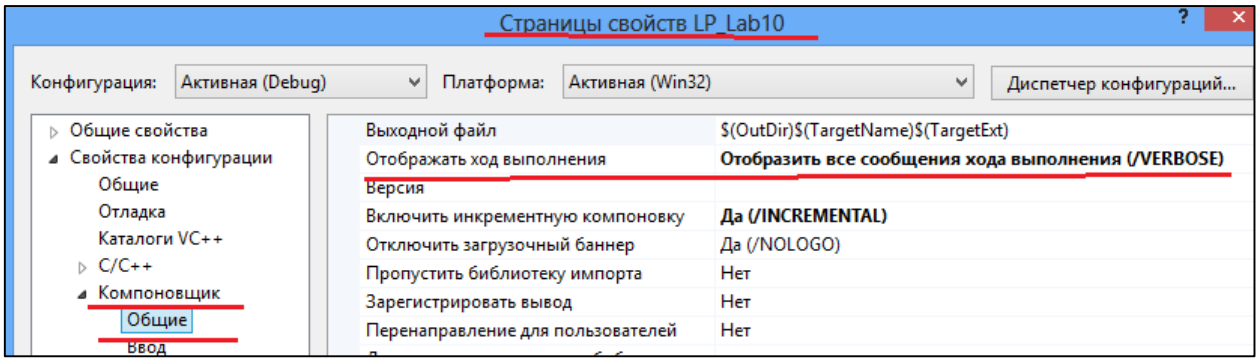
```
#include "stdafx.h"
#include <cstring>

int _tmain(int argc, _TCHAR* argv[])
{
    int k = strlen("XXXXXXXXXXXx");
    return 0;
}
```

```
#pragma once
#ifndef _CSTRING_
#define _CSTRING_
#include <yvals.h>

#ifdef _STD_USING
 #undef _STD_USING
  #include <string.h>
 #define _STD_USING

#else /* _STD_USING */
 #include <string.h>
#endif /* _STD_USING */

 #if _GLOBAL_USING && !defined(RC_INVOKED)
_STD_BEGIN
using _CSTD size_t; using _CSTD memchr; using _CSTD memcmp;

using _CSTD memcpy; using _CSTD memmove; using _CSTD memset;
using _CSTD strcat; using _CSTD strchr; using _CSTD strcmp;
using _CSTD strcoll; using _CSTD strcpy; using _CSTD strcspn;
using _CSTD strerror; using _CSTD strlen; using _CSTD strncat;
using _CSTD strncmp; using _CSTD strncpy; using _CSTD strpbrk;
using _CSTD strrchr; using _CSTD strspn; using _CSTD strstr;
using _CSTD strtok; using _CSTD strxfrm;
_STD_END
 #endif /* _GLOBAL_USING */
#endif /* _CSTRING_ */
```

Заголовочный файл <string.h>

```
__DEFINE_CPP_OVERLOAD_STANDARD_FUNC_0_1(char *, __RETURN_POLICY_DST, __EMPTY_DECLSPEC, strcpy,
#if __STDC_WANT_SECURE_LIB__
_Check_return_wat_ _CRTIMP_ALTERNATIVE errno_t __cdecl strcat_s(_Inout_updates_z_(_SizeInBytes)
#endif
__DEFINE_CPP_OVERLOAD_SECURE_FUNC_0_1(errno_t, strcat_s, char, _Dest, _In_z_ const char *, _Sou
__DEFINE_CPP_OVERLOAD_STANDARD_FUNC_0_1(char *, __RETURN_POLICY_DST, __EMPTY_DECLSPEC, strcat,
        _Check_return_ int     __cdecl strcmp(_In_z_ const char * _Str1, _In_z_ const char * _S
        _Check_return_ size_t  __cdecl strlen(_In_z_ const char * _Str);
_Check_return_ _CRTIMP
_When_(_MaxCount > _String_length_(_Str), _Post_satisfies_(return == _String_length_(_Str)))
_When_(_MaxCount <= _String_length_(_Str), _Post_satisfies_(return == _MaxCount))
size_t   __cdecl strnlen(_In_reads_or_z_(_MaxCount) const char * _Str, _In_ size_t _MaxCount);
#if __STDC_WANT_SECURE_LIB__ && !defined (__midl)
```

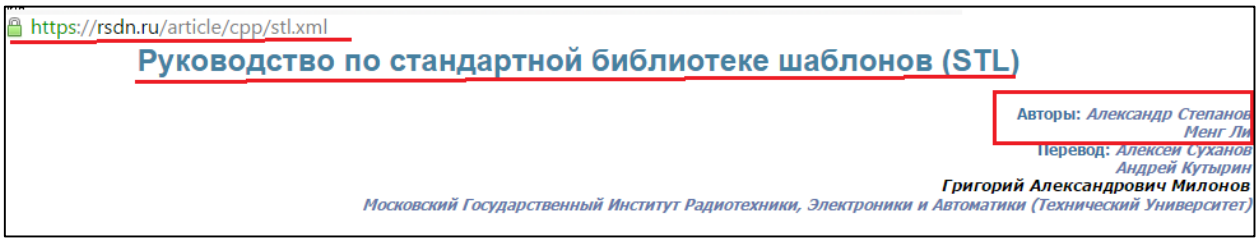
Можно проследить за ходом выполнения, используя ключ компановщика /VERBOSE



Вывод:

```
------ Перестроение всех файлов начато: проект: LP_Lab10, Конфигурация: Debug Win32 ----
  stdafx.cpp
  LP_Lab10.cpp
  
  Запуск 1-го прохода
  Обработан параметр /DEFAULTLIB:msvcprtd
  Обработан параметр /DEFAULTLIB:MSVCRTD
  Обработан параметр /DEFAULTLIB:OLDNAMES
  
  Поиск библиотек
      Поиск C:\Program Files (x86)\Windows Kits\8.0\lib\win8\um\x86\kernel32.lib:
      Поиск C:\Program Files (x86)\Windows Kits\8.0\lib\win8\um\x86\user32.lib:
      Поиск C:\Program Files (x86)\Windows Kits\8.0\lib\win8\um\x86\gdi32.lib:
      Поиск C:\Program Files (x86)\Windows Kits\8.0\lib\win8\um\x86\winspool.lib:
      Поиск C:\Program Files (x86)\Windows Kits\8.0\lib\win8\um\x86\comdlg32.lib:
      Поиск C:\Program Files (x86)\Windows Kits\8.0\lib\win8\um\x86\advapi32.lib:
      Поиск C:\Program Files (x86)\Windows Kits\8.0\lib\win8\um\x86\shell32.lib:
      Поиск C:\Program Files (x86)\Windows Kits\8.0\lib\win8\um\x86\ole32.lib:
      Поиск C:\Program Files (x86)\Windows Kits\8.0\lib\win8\um\x86\oleaut32.lib:
      Поиск C:\Program Files (x86)\Windows Kits\8.0\lib\win8\um\x86\uuid.lib:
      Поиск C:\Program Files (x86)\Windows Kits\8.0\lib\win8\um\x86\odbc32.lib:
      Поиск C:\Program Files (x86)\Windows Kits\8.0\lib\win8\um\x86\odbccp32.lib:
      Поиск C:\Program Files (x86)\Microsoft Visual Studio 11.0\VC\lib\msvcprtd.lib:
      Поиск C:\Program Files (x86)\Microsoft Visual Studio 11.0\VC\lib\MSVCRTD.lib:
        Найден _strlen
          Имеются ссылки в LP_Lab10.obj
          Загружен MSVCRTD.lib(MSVCR110D.dll)
        Найден __RTC_CheckEsp
          Имеются ссылки в LP_Lab10.obj
          Загружен MSVCRTD.lib(stack.obj)
        Найден __RTC_InitBase
          Имеются ссылки в LP_Lab10.obj
          Загружен MSVCRTD.lib(init.obj)
        Найден _wmainCRTStartup
          Загружен MSVCRTD.lib(wcrtexe.obj)
        Найден __IMPORT_DESCRIPTOR_MSVCR110D
```

6. Стандартная библиотека C++ STL:



7. Стандартная библиотека C++ STL:

библиотека стандартных шаблонов (**STL**) – набор согласованных обобщённых алгоритмов, контейнеров, средств доступа к их содержимому и различных вспомогательных функций в C++.

STL (Standard Template Library) – стандартная библиотека шаблонов. Библиотека содержит универсальные шаблонные классы и функции, реализующие большое количество распространенных универсальных алгоритмов и структур данных. Т.к. библиотека **STL** состоит из шаблонных классов, ее алгоритмы и структуры можно применять практически к любым типам данных.

Частью ***стандартной библиотеки C++*** является библиотека ***STL***. Библиотека STL содержит пять основных видов компонентов:

- ***контейнер*** (*container*): управляет набором объектов в памяти.
- ***итератор*** (*iterator*): обеспечивает для алгоритма средство доступа к содержимому контейнера.
- ***алгоритм*** (*algorithm*): определяет вычислительную процедуру.
- ***функциональный объект*** (*function object*): инкапсулирует функцию в объекте для использования другими компонентами.
- ***адаптер*** (*adaptor*): адаптирует компонент для обеспечения различного интерфейса.

Контейнер – объект, содержащий другие объекты (стек, список, очередь, вектор и пр.), предназначенный для хранения однотипных объектов и обеспечения доступа к ним.

Контейнеры:

последовательные (последовательный доступ к элементам);
ассоциативные (доступ по ключу).

В библиотеке STL реализованы следующие контейнеры:

- ***bitset*** – набор битов;
- ***deque*** – двухсторонняя очередь;
- ***list*** – линейный список;
- ***map*** – ассоциативный контейнер, построенный по принципу key:value (ключ:значение), в котором каждому ключу key соответствует значение value (пары хранятся в отсортированном виде, что позволяет осуществлять быстрый поиск по ключу);
- ***multimap*** – ассоциативный контейнер, в котором одному значению (key) соответствует несколько значений (value1, value2, …, valueN);
- ***multiset*** – множество, в котором один и тот же элемент может встречаться несколько раз;
- ***priority_queue*** – очередь с приоритетами;
- ***queue*** – очередь;
- ***set*** – множество, в котором каждый элемент встречается только один раз;
- ***stack*** – стек;
- ***vector*** – динамический массив (коллекция элементов, сохраненных в массиве, размер может изменяться по мере необходимости).

Алгоритм определяет вычислительную процедуру (обобщённые алгоритмы) для работы с контейнерами. Алгоритмы позволяют манипулировать содержимым контейнера: инициализировать, сортировать, искать, изменять содержимое контейнера.

Содержимое контейнеров обрабатывается с помощью алгоритмов. Алгоритмы позволяют обрабатывать контейнеры различными способами: ***инициализировать***, ***сортировать*** содержимое контейнеров, ***преобразовывать***, ***реализовывать*** различные виды поиска и тому подобное.

Для доступа к алгоритмам, нужно подключить заголовок соответствующей библиотеки

```
#include <algorithm>
```

Все реализованные функции можно поделить на три группы:

- ***Методы перебора всех элементов коллекции и их обработки***: `count, count_if, find, find_if, adjacent_find, for_each, mismatch, equal, search copy, copy_backward, swap, iter_swap, swap_ranges, fill, fill_n, generate,`

`generate_n, replace, replace_if, transform, remove, remove_if, remove_copy, remove_copy_if, unique, unique_copy, reverse, reverse_copy, rotate, rotate_copy, random_shuffle, partition, stable_partition`

- ***Методы сортировки коллекции:***
  `sort, stable_sort, partial_sort, partial_sort_copy, nth_element, binary_search, lower_bound, upper_bound, equal_range, merge, inplace_merge, includes, set_union, set_intersection, set_difference, set_symmetric_difference, make_heap, push_heap, pop_heap, sort_heap, min, max, min_element, max_element, lexographical_compare, next_permutation, prev_permutation`
- ***Методы выполнения определенных арифметических операций над членами коллекций:***
  `Accumulate, inner_product, partial_sum, adjacent_difference`

Все алгоритмы являются шаблонными функциями. Они могут быть применены к любому типу контейнера. Ниже приведен сокращенный перечень алгоритмов библиотеки STL:

- count – подсчитывает количество вхождений заданного элемента в последовательности;
- count_if – вычисляет количество вхождений элемента в последовательности, соответствующей заданному условию;
- equal – определяет, совпадают ли элементы двух диапазонов;
- fill, fill_n – заполняют диапазон нужными значениями;
- find – осуществляет поиск элемента в заданной последовательности, возвращает позицию (итератор) первого вхождения элемента в последовательности;
- find_if – находит первый элемент последовательности, который совпадает с элементом с другой последовательности;
- for_each – применяет указанную функцию к заданному диапазону элементов;
- max – возвращает максимум из двух значений;
- min – из двух значений возвращает минимальное;
- replace – заменяет элементы заданного диапазона из одного значения на другое;
- search – выполняет поиск подпоследовательности в последовательности;
- sort – упорядочивает последовательность в заданном диапазоне;
- swap – меняет местами значения, заданные ссылками;

Итератор: объект, обеспечивающий для алгоритма средство доступа к содержимому контейнера. Итератор позволяет перемещаться по содержимому контейнера подобно тому, как указатель перемещается по элементам массива.

Итераторы:

произвольного доступа (для ассоциативных контейнеров);
двунаправленные (для последовательных).

Итераторы – это объекты, которые позволяют перемещаться по содержимому контейнера. Итераторы подобны указателям. Итераторы являются абстракцией указателя. С помощью итераторов можно считывать и изменять значения элементов контейнера.

Чтобы использовать итераторы нужно подключить заголовок:

```
#include <iterator>
```

Существуют три типа итераторов:

- `(forward) iterator` – для обхода коллекции от меньшего индекса к большему;
- `reverse iterator` – для обхода коллекции от большего индекс к меньшему;
- `random access iterator` – для обхода коллекции в произвольном направлении.

Функциональный объект. Для обеспечения гибкого взаимодействия между итераторами, контейнерами и алгоритмами, используются функторы. ***Функтор*** – это класс, в котором реализована ***операторная*** функция operator(). Благодаря функторам объект класса представляется как функция (часто представляется как лямбда-функция).

Чтобы использовать функторы в программе, нужно подключить заголовок functional

```
#include <functional>
```

В библиотеке STL функторы делятся на две категории:

- бинарные – содержат два аргумента;
- унарные – содержат один аргумент.

Библиотека STL содержит следующие бинарные функторы:

- plus – суммирует (+) два аргумента;
- minus – вычитает (–) аргументы;
- multplies – умножает (*) два аргумента;

- divides – делит (/) аргументы;
- modulus – возвращает результат операции % для двух аргументов;
- equal_to – сравнивает два аргумента на равенство (==);
- not_equal_to – сравнивает два аргументы на неравенство (!=);
- greater – определяет, больше ли первый аргумент чем второй аргумент (>);
- greater_equal – определяет, первый аргумент есть больше или равен второму аргументу (>=);
- less – определяет, меньше ли первый аргумент чем второй аргумент (<);
- less_equal – определяет, первый аргумент меньше или равен второму аргументу (<=);
- logical_and – применяет к аргументам логическое «И» (AND);
- logical_or – применяет к двум аргументам логическое «ИЛИ» (OR).

Также определены два унарных функтора:

- logical_not – применяет к аргументу логическое «НЕТ» (NOT);
- negate – изменяет знак своего аргумента на противоположный.