

Язык C++

Компиляция

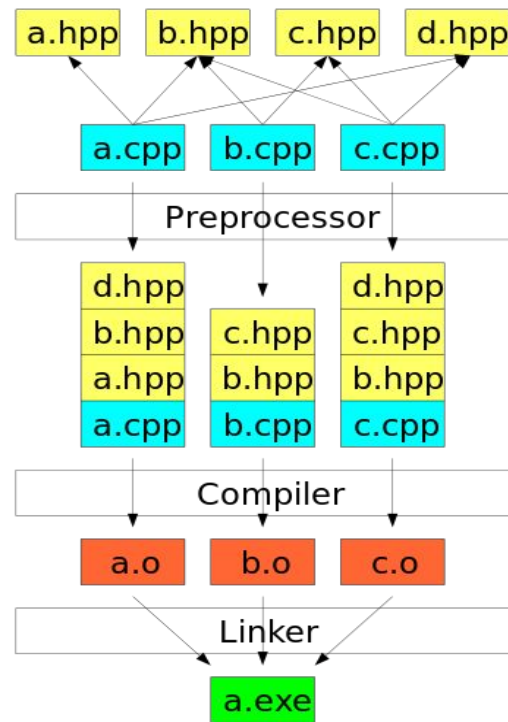
Программы состоят из файлов

- Логическое разбиение на модули
- Повторное использование
- Ускорение процесса компиляции
- Небольшие файлы проще читать и редактировать
- Есть два типа файлов
 - Заголовочные (*.h , *.hpp)
 - С исходным кодом (*.cpp)

Этапы трансляции

1. Препроцессор
2. Компиляции
3. Линковщик

NB! На самом деле этапов 9



Этапы трансляции

Компиляторы умеют запускать этапы трансляции по отдельности (на примере clang):

- `clang++ -E` - run preprocess,
- `clang++ -S` - run preprocess and compilation steps
- `clang++ -c` - run preprocess, compile, and assemble steps
- `clang++ --Xlinker` - run linker

Объявление и определение

Declaration

- Задает имя и прочие атрибуты для сущностей (например сигнатуру функции)
- Сколько угодно раз

Definition

- Полностью определяет сущность
- Является одновременно объявлением

Объявление и определение

```
// declaration  
int add(int a, int b);  
  
//definition  
int add(int a, int b) {  
    return a + b;  
}
```

Объявление и определение

```
// declaration
int add(int a, int b);

//definition
int add(int a, int b) {
    return a + b;
}
```

```
int add(int a, int b);

int main() {
    int i = add(10, 2);
    return 0;
}
```

Заголовочный файл

- Function declaration & definition
- Variable declaration
- Type declaration
- Static variable definition & declaration
- ...

Заголовочные файлы

```
#pragma once
```

```
int add(int a, int b);
```

```
const static float PI = 3.14;
```

```
int some_value;
```

Преппроцессор

- Язык преппроцессора – это специальный язык программирования, встроенный в C++.
- Лексический анализ кода.
- Команды языка преппроцессор называют директивами, все директивы начинаются со знака #.
- Директива `#include` позволяет подключать заголовочные файлы к файлам кода.
- Преппроцессор заменяет директиву `#include "bar.h"` на содержимое файла `bar.h`.

Препроцессор

1. **#define** и **#undef** (**__FILE__**, **__LINE__**, ...)
2. **#** and **##** operators
3. Условное включение(**#if** **#ifdef** **#ifndef** **#elif** **#else** **#endif**)
4. **#include**
 - a. **#include** *<filename>*
 - b. **#include** *"filename"*
5. **#pragma once**
6. **#error**
7. **etc**

Макросы

- Макросами в C++ называют инструкции препроцессора.
- Препроцессор C++ является самостоятельным языком, работающим с произвольными строками.
- Макросы можно использовать для определения функций:

Препроцессор “не знает” про синтаксис C++.

Макросы

```
#include <iostream>

#define MAX(x, y) (x > y ? x : y)

int main() {
    // Some comment
    std::cout << MAX(10, 20) << std::endl;

    return 0;
}
```

Макросы

```
clang++ -E main.cpp
```

```
content of iostream
```

```
# 2 "main.cpp" 2
```

```
int main() {  
    std::cout << (10 > 20 ? 10 : 20) << std::endl;  
  
    return 0;  
}
```

Макросы

```
#ifdef __DEBUG__
    #define error_log(format, ...) printf("[ERROR] (%s:%d) " format "\n", __FILE__,
__LINE__, ##__VA_ARGS__)
#else
    #define error_log(format, ...)
#endif

int main() {

    error_log("fatal error no: %d", 1);

    return 0;
}
```

Макросы

```
#define log(type, format, ...)  printf("[ type ] (%s:%d) " format "\n", __FILE__,  
__LINE__, ##__VA_ARGS__)
```

```
#define log_error(...) log("ERORR", ##__VA_ARGS__ )
```

```
#define log_info(...) log("INFO", ##__VA_ARGS__ )
```


Стражи

```
#ifndef HEADER_MATH_H  
#define HEADER_MATH_H  
  
int add(int a, int b);  
  
#endif
```

```
#pragma once  
  
int add(int a, int b);
```

pragma pack

```
#pragma pack(1)
struct SomeStruct {
    int i;
    char ch;
};
#pragma pack

int main() {

    printf("%d\n", sizeof(struct SomeStruct));
    return 0;
}
```

Компилятор

- На вход компилятору поступает код на C++ после обработки препроцессором.
- Каждый файл с кодом компилируется отдельно и независимо от других файлов с кодом.
- Компилируется только файлы с кодом (т.е. *.cpp).
- Заголовочные файлы сами по себе ни во что не компилируются, только в составе файлов с кодом.
- На выходе компилятора из каждого файла с кодом получается “объектный файл” — бинарный файл со скомпилированным кодом (с расширением .o или .obj).

Компилятор

```
void increment(int& v) {  
    v++;  
}  
  
int add(int a, int b) {  
    return a + b;  
}  
  
int main(int, char**) {  
    int x = 1;  
    int y = 2;  
  
    increment(y);  
    int result = add(x, y);  
  
    return 0;  
}
```

```

.text
.globl _Z9incrementRi      # -- Begin function _Z9incrementRi
.p2align    4, 0x90
.type _Z9incrementRi,@function
_Z9incrementRi:             # @_Z9incrementRi
.cfi_startproc
# %bb.0:
    pushq %rbp
.cfi_def_cfa_offset 16
.cfi_offset %rbp, -16
    movq %rsp, %rbp
.cfi_def_cfa_register %rbp
    movq %rdi, -8(%rbp)
    movq -8(%rbp), %rax
    movl (%rax), %ecx
    addl $1, %ecx
    movl %ecx, (%rax)
    popq %rbp
.cfi_def_cfa %rsp, 8
    retq
.Lfunc_end1:
.size _Z9incrementRi, .Lfunc_end1-_Z9incrementRi
.cfi_endproc

                                # -- End function

```

```
main:                                # @main
```

```
    .cfi_startproc
```

```
# %bb.0:
```

```
    pushq %rbp
```

```
    .cfi_def_cfa_offset 16
```

```
    .cfi_offset %rbp, -16
```

```
    movq %rsp, %rbp
```

```
    .cfi_def_cfa_register %rbp
```

```
    subq $48, %rsp
```

```
    movl $0, -4(%rbp)
```

```
    movl %edi, -8(%rbp)
```

```
    movq %rsi, -16(%rbp)
```

```
    movl $1, -20(%rbp)
```

```
    movl $2, -24(%rbp)
```

```
    leaq -24(%rbp), %rdi
```

```
    callq _Z9incrementRi
```

Компоновщик(линкер)

- На этом этапе все объектные файлы объединяются в один исполняемый (или библиотечный) файл.
- При этом происходит подстановка адресов функций в места их вызова.
- По каждому объектному файлу строится таблица всех функций, которые в нём определены.

Компоновщик(линкер)

```
// math.h
#pragma once
```

```
void increment(int& v);
int add(int a, int b);
```

```
// math.cpp
#include "math.h"

void increment(int& v) {
    ++v;
}

int add(int a, int b) {
    return a + b;
}
```

```
#include "math.h"
#include <iostream>
```

```
int main(int, char**) {
    int x = 1;
    int y = 2;

    increment(y);
    int result = add(x, y);

    std::cout << result << std::endl;

    return 0;
}
```


Linkage

- **External** - доступность из всех единиц трансляции
- **Internal** - доступность из текущей единицы трансляции
- **No linkage** - только текущий скоуп

Storage duration

- **automatic** - время жизни ограничено скоупом объявления
- **static** - время жизни от запуска программы и до ее окончания
- **thread** - время жизни ограничено потоком
- **dynamic** - new\delete

Storage class specifier

- **static** - static duration and internal linkage
- **extern** - static duration and external linkage
- **thread_local** - thread storage duration
- **mutable**

Storage duration and linkage

```
// math.h
#pragma once

const static float PI = 3.14f;
const extern float Exp;
const int SomeValue = 239;
static float PI2 = 3.14f;
extern float Exp2;
// int SomeValue2 = 239; // error: multiple definition of `SomeValue2';

void PrintInfo();
```

Storage duration and linkage

```
// math.cpp
#include "math.h"
#include <iostream>

void PrintInfo() {
    std::cout << PI << " Address of PI:" << &PI << std::endl;
    std::cout << Exp << " Address of Exp:" << &Exp << std::endl;
    std::cout << SomeValue << " Address of Exp:" << &SomeValue << std::endl;
    std::cout << PI2 << " Address of PI:" << &PI2 << std::endl;
    std::cout << Exp2 << " Address of Exp:" << &Exp2 << std::endl;
}
```

Storage duration and linkage

```
#include "math.h"
#include <iostream>
const float Exp = 2.72f;
float Exp2 = 2.72f;

int main(int, char**) {
    PI2 = 3;
    Exp2 = 2;
    std::cout << PI << " Address of PI:" << &PI << std::endl;
    std::cout << Exp << " Address of Exp:" << &Exp << std::endl;
    std::cout << SomeValue << " Address of Exp:" << &SomeValue << std::endl;
    std::cout << PI2 << " Address of PI:" << &PI2 << std::endl;
    std::cout << Exp2 << " Address of Exp:" << &Exp2 << std::endl;
    std::cout << "----Math-----\n";
    PrintInfo();
    return 0;
}
```

Storage duration and linkage

```
3.14 Address of PI:0x402018
2.72 Address of Exp:0x402014
239 Address of Exp:0x40201c
3 Address of PI:0x404074
2 Address of Exp:0x404070
----Math-----
3.14 Address of PI:0x402050
2.72 Address of Exp:0x402014
239 Address of Exp:0x402054
3.14 Address of PI:0x404078
2 Address of Exp:0x404070
```

Ошибки компиляции

- Ошибки компиляции
- Ошибки линковки