Конструирование программного обеспечения

ПРОГРАММНАЯ ИНЖЕНЕРИЯ

Лекция 1

Введение

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
НИЖНИЙ НОВГОРОД

Обо мне

AI Research Engineer / Scientist @ Intel Corp.
C++, Python, DL/ML

Также работал в:
HARMAN (a Samsung company)
ИФМ РАН
ИПФ РАН

Контакты:
+79107917732 (phone, Telegram)

Организационная структура курса

Длительность

3 модуля: сентябрь -> март

Частота

1 пара лекций в неделю
1 пара практики в неделю

Отчетность

Устный экзамен в конце курса (последняя неделя 3-го модуля)

Тематическая структура курса

Классы

Базовый синтаксис и понятия

Standard Template Library (STL)

Ключевые классы, позволяющие решать задачи без изобретения велосипеда

Объектно-ориентированное программирование (ООП)

Общепризнанная парадигма эффективной разработки ПО на уровне исходного кода

Паттерны ООП

Наиболее часто встречающиеся приёмы в ООП

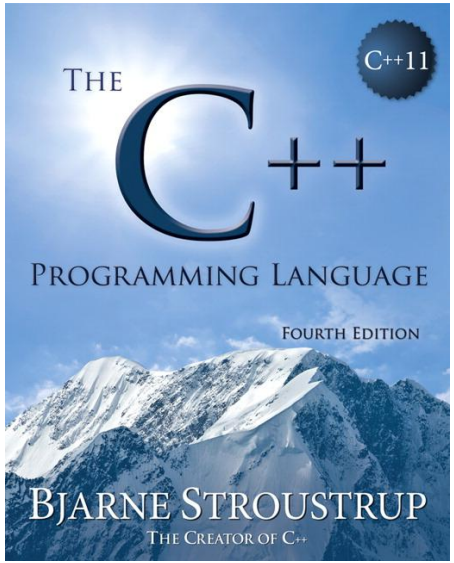
Особенности новых стандартов C++ и продвинутые темы

move-семантика, правые ссылки, coroutines, ranges, modules, concepts, ...

Рекомендованная литература

The C++ Programming Language (4th Edition)

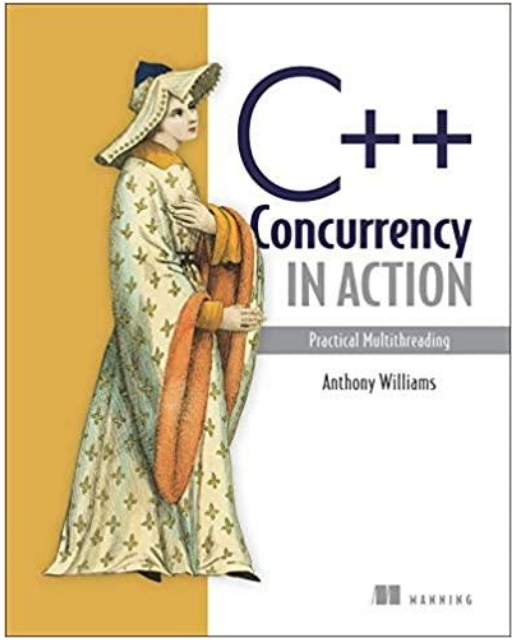
Bjarne Stroustrup



Рекомендованная литература

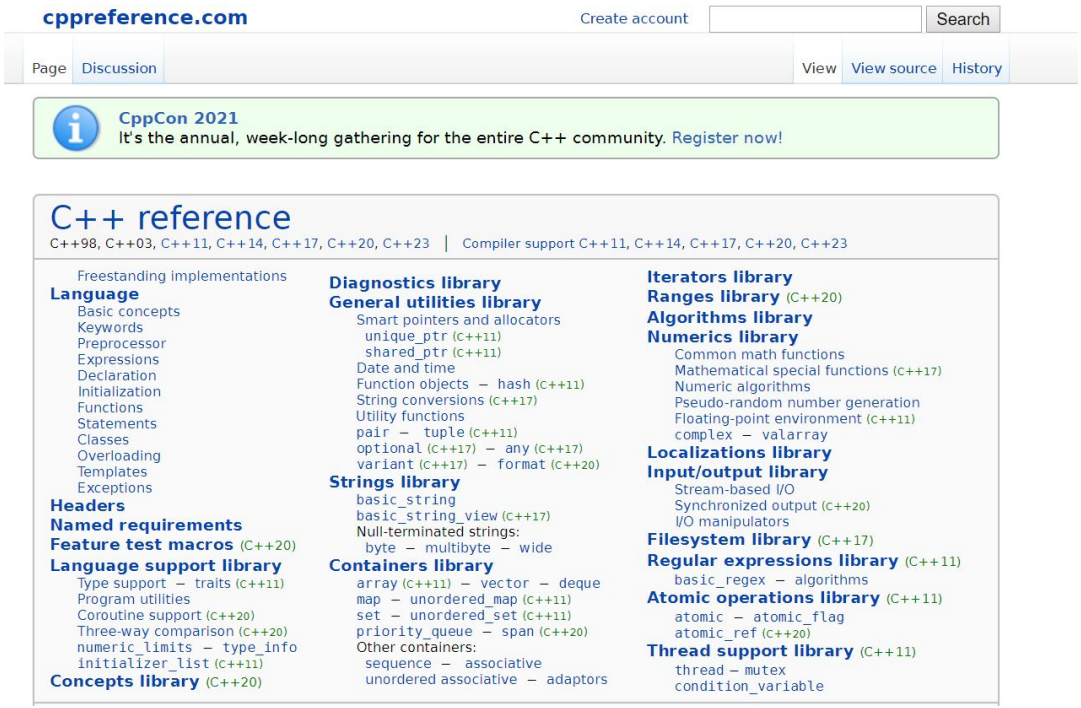
C++ Concurrency In Action (2nd edition, 2019)

Anthony Williams



Рекомендованная литература

https://en.cppreference.com



История C++

- 1979 - появление нового языка под названием “**C с классами**”
- 1983 - языку дают название “**C++**”, бОльшая часть функционала современного C++ уже реализована
- 1987 - впервые выпущен GNU C++ компилятор как часть GCC
- 1990-1993 - поддержка шаблонов, исключений, пространств имен
- 1998 - опубликоан **первый стандарт** C++ (C++98)
- 2011 - опубликован **стандарт C++11** published (серьезные улучшения в качестве жизни разработчиков C++)
- 2014 - опубликован стандарт C++14
- 2017 - опубликован стандарт C++17

Стандарты C++

C++ - стандартизованный язык

Существуют конкретные документы, описывающие ключевую функциональность языка, которую *должны* поддерживать имеющиеся компиляторы и стандартные библиотеки C++

https://isocpp.org/std/the-standard

Q: Why is the standard hard to read? I'm having trouble learning C++ from reading it.

The standard is not intended to teach how to use C++. Rather, it is an international treaty – a formal, legal, and sometimes mind-numbingly detailed technical document intended primarily for people writing C++ compilers and standard library implementations.

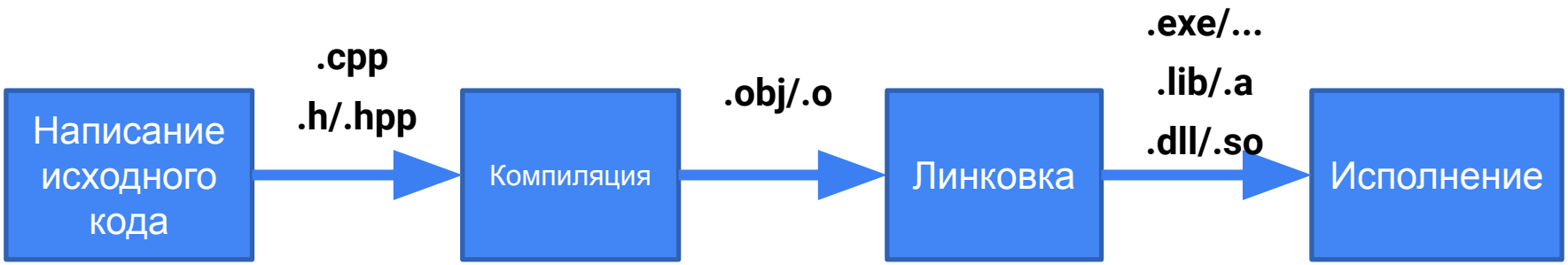
Стандарты C++

Новые ревизии стандартов добавлюят новый функционал и ключевые слова (и иногда меняют имеющееся поведение)

C++98 **C++03** **C++11** **C++14** **C++17** **C++20**

> How should we call C++20 and the beyond area?
> C++98 - C++03: Legacy C++
> C++11 - C++17: Modern C++
> C++20 - C++.. :
> Honestly, I don't know.
>
> — Rainer Grimm (@rainer_grimm) April 28, 2019

Базовый процесс программирования на C++



C++ и C

C++ - «надмножество» языка C

Работающий код на C почти всегда будет работающим, будучи скомпилированным C++-компилятором, и выдавать тот же самый результат

```c
#include <stdio.h>
int main(int argc, char* argv[]) {
    printf("Hello, World!\n");
    int foo;
    scanf("%d", &foo);
    printf("%d", foo + 2);
    return 0;
}
```

C++ и C

Встроенные типы данных

Тип	Ключевое слово	Типичный диапазон значений
Символ (однобайтный)	`char`	-128 ... 127
Целое число	`int`	-2147483648 ... 2147483647
Число с плавающей точкой (одинарная точность)	`float`	+- 3.4E-38 ... +- 3.4E+38
Число с плавающей точкой (двойная точность)	`double`	+-1.7E-308 .. +-1.7E+308
Булевское значение	`bool`	`true, false`
Символ («широкий»)	`wchar_t`	-32768...32767

C++ и C

C - ~32 ключевых слова

auto	break	case	char
const	continue	default	do
double	else	enum	extern
float	for	goto	if
int	long	register	return
short	signed	sizeof	static
struct	switch	typedef	union
unsigned	void	volatile	while

C++ и C

C++ - >60 ключевых слов

alignas (C++11) alignof (C++11) and and_eq asm auto (1) bitand bitor bool break case catch char char8_t (C++20) char16_t (C++11) char32_t (since C++11) class (1) compl	concept (C++20) const consteval (C++20) constexpr (C++11) constinit (C++20) const_cast continue co_await (C++20) co_return (C++20) co_yield (C++20) decltype (C++11) default (1) delete (1) do double	dynamic_cast else enum explicit export (1) (3) extern (1) false float for friend goto if inline (1) int long	mutable (1) namespace new noexcept (C++11) not not_eq nullptr (C++11) operator or or_eq private protected public	register (2) reinterpret_cast requires (C++20) return short signed sizeof (1) static static_assert (C++11) static_cast struct (1) switch template this thread_local (C++11) throw true	try typedef typeid typename union unsigned using (1) virtual void volatile wchar_t while xor xor_eq

C++ и C

C++ отличается от C добавлением функционала, упрощающего написание программ в разных парадигмах («стилях» программирования)

- Объектно-ориентированное программирование
- Обобщенное программирование
- Оперирование абстрактными контейнерами данных

C++ и C

В C++ «принят» отличный от C стиль взаимодействия с вводом/выводом программы

C

```c
#include <stdio.h>
int main(int argc, char* argv[]) {
    printf("Hello, World!\n");
    int foo;
    scanf("%d", &foo);
    printf("%d", foo + 2);
    return 0;
}
```

C++

```cpp
#include <iostream>
int main(int argc, char* argv[]) {
    std::cout << "Hello, World!\n";
    int foo;
    std::cin >> foo;
    std::cout << (foo + 2);
    return 0;
}
```

C++ и C

C++ использует иные ключевые слова для работы с динамической памятью

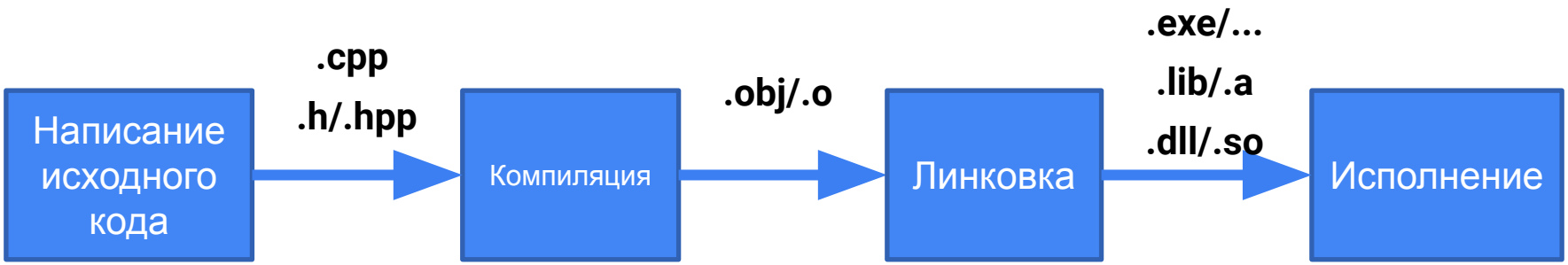
C

```c
#include <cstdio>
int main(int argc, char* argv[]) {
    char* my_dyn_arr = NULL;
    my_dyn_arr = (char*) malloc(6 * sizeof(char));
    my_dyn_arr[0] = 'H'; my_dyn_arr[1] = 'e';
    my_dyn_arr[2] = 'l'; my_dyn_arr[3] = 'l';
    my_dyn_arr[4] = 'o'; my_dyn_arr[5] = 0;
    printf(my_dyn_arr);
    free(my_dyn_arr);
    return 0;
}
```

C++

```cpp
#include <iostream>
int main(int argc, char* argv[]) {
    char* my_dyn_arr = nullptr;
    my_dyn_arr = new char[6];
    my_dyn_arr[0] = 'H'; my_dyn_arr[1] = 'e';
    my_dyn_arr[2] = 'l'; my_dyn_arr[3] = 'l';
    my_dyn_arr[4] = 'o'; my_dyn_arr[5] = 0;
    std::cout << my_dyn_arr;
    delete[] my_dyn_arr;
    return 0;
}
```

Базовый процесс программирования на C++



Компиляторы и линковщики

Windows - cl.exe/link.exe

Microsoft Visual C++ Compiler (MSVC) - обычно входит в состав Visual Studio

компиляция →

линковка →

```
C:\ cl.exe /c hello_world.cpp
C:\ dir
2021-09-01  15:43               332 hello_world.cpp
2021-09-01  15:45            52,471 hello_world.obj

C:\ link.exe /c hello_world.cpp
C:\ dir
2021-09-01  15:43               332 hello_world.cpp
2021-09-01  15:45           185,856 hello_world.exe
2021-09-01  15:45            52,471 hello_world.obj
```

Компиляторы и линковщики

Linux - g++

GNU Compiler Collection - доступно в качестве пакета во всех версиях Linux, зачастую предустановлена

компиляция →

```
$ g++ -c hello_world.cpp
$ ls
hello_world.cpp hello_world.o
```

линковка →

```
$ g++ hello_world.o -o hello_world
$ ls
hello_world.cpp hello_world.o hello_world
```

Компиляторы и линковщики

Кросс-платформенный - clang

Фронт-энд (т.е. приложение, взаимодействующее с пользователем) для компиляции C/C++ с помощью фреймворка компиляторов LLVM; устанавливается дополнительно

компиляция →

```
$ clang -c hello_world.cpp
$ ls
hello_world.cpp hello_world.o
```

линковка →

```
$ clang hello_world.o -o hello_world
$ ls
hello_world.cpp hello_world.o hello_world
```

Интегрированные среды разработки (IDE) для C++

Windows:

- MS Visual Studio
- Visual Studio Code
- Qt Creator
- Code::Blocks
- Notepad++

Linux:

- Eclipse
- CLion
- Qt Creator
- Code::Blocks
- Vim

Отладка

Программа скомпилировалась, но работает неправильно - что делать?

- C++ поддерживает построчную отладку, точки останова и т. д.
- Отладчик (debugger) - дополнительная программа, с помощью которого производится отладка
- Отладчик естественным образом дополняет компилятор и линковщик; часто всё вместе называют “tool chain”
- GDB - отладчик из GCC, LLDB - отладчик clang/LLVM, Microsoft Visual Studio Debugger - отладчик MSBuild/Visual Studio

Компиляторы для C++ - оптимизирующие

- Компиляторы обязаны преобразовать исходный код в машинный корректным образом, но не обязаны, например, сохранять порядок машинных операций относительно порядка соответствующих строк в коде, или сохранять неиспользуемые куски кода

Отладка

- Для того, чтобы отладить программу, необходимо скомпилировать ее специальным образом - обычно это указывается с помощью флага для компилятора

```
$ g++ -g hello_world.cpp -o hello_world_for_debug
```

- Такими же флагами контролируются и применяемые оптимизации:

```
$ g++ hello_world.cpp -O3 -o hello_world_for_release
```

```
$ g++ hello_world.cpp -O1 -o hello_world_with_less_opts
```

std::cin, std::cout

std::cout

- Объект класса ostream, предназначенный для взаимодействия со стандартным потоком вывода
- В коде, в основном, используется вместе с оператором `<<` (aka “inserter”)
- Работает с большинством встроенных типов и с некоторыми STL-типами; можно приспособить и для вывода пользовательских классов
- Формат вывода настраивается с помощью использования объектов из заголовка `<iomanip>`

std::cin

- Объект класса istream, предназначенный для взаимодействия со стандартным потоком ввода
- В коде, в основном, используется вместе с оператором `>>` (aka “extractor”)
- - // -