Программирование на C++

ПМИ 2 курс

Демяненко Я.М.

ЮФУ 2025

C++— компилируемый, статически типизированный язык программирования общего назначения.

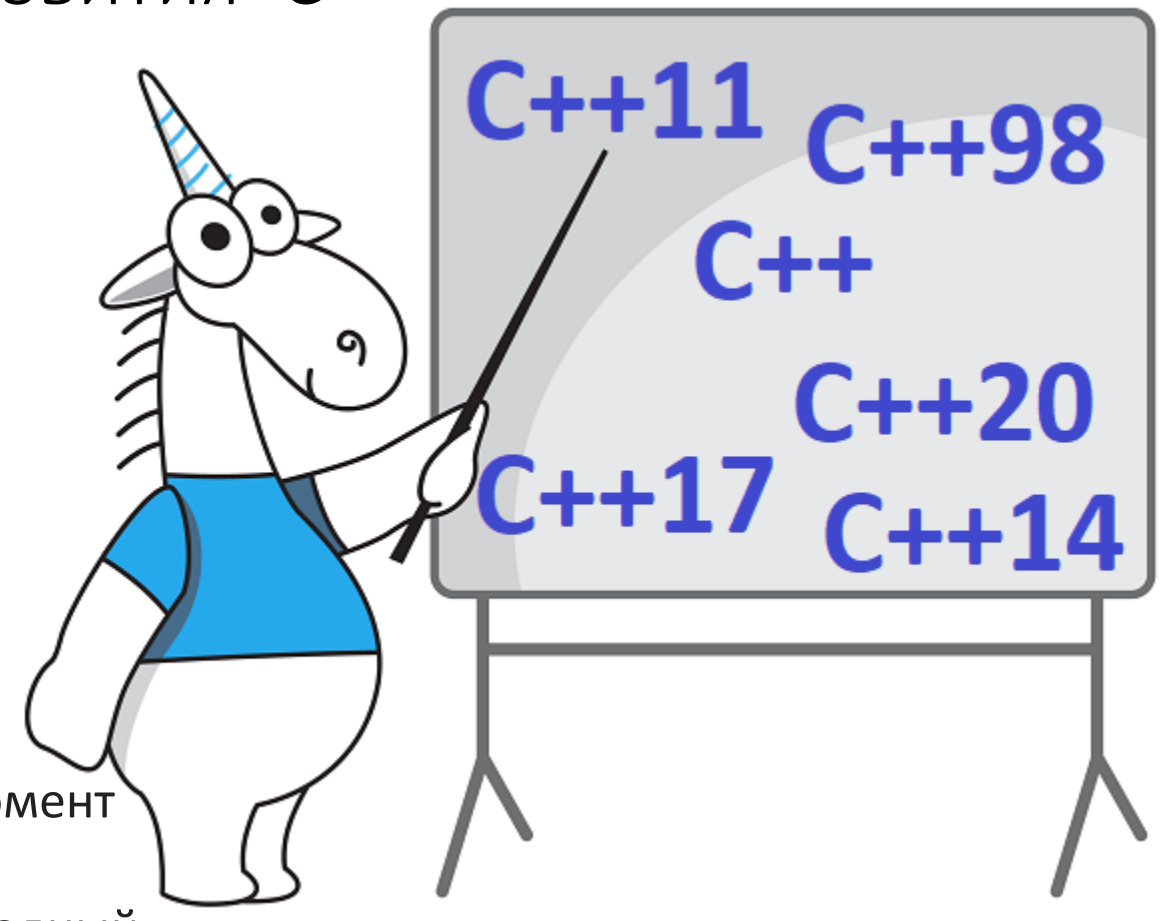
Поддерживает такие парадигмы программирования, как

- процедурное программирование,
- объектно-ориентированное программирование,
- обобщённое программирование.

Язык имеет богатую стандартную библиотеку, которая включает в себя распространённые контейнеры и алгоритмы, ввод-вывод, регулярные выражения, поддержку многопоточности и другие возможности.

C++ сочетает свойства как высокоуровневых, так и низкоуровневых языков.

Основные вехи развития C++



1. 1972 — создание языка C
   (Брайан Керниган, Деннис Ритчи)
2. 1983 — создание языка C++ (Бьярн Страуструп)
3. 1998 — принят первый стандарт языка C++,
   множественное/виртуальное наследование
4. 1991 — обобщённое программирование (шаблоны)
5. 2003 — следующая версия стандарта языка C++
6. 2011 — C++11
7. 2014 — C++14
8. 2017 — C++17
9. 2020 — C++20 — Последняя стабильная на текущий момент
   действующая версия стандарта
10. 2023 — C++23 — Последний утверждённый международный
    стандарт. Поддержка в компиляторах: На данный момент
    поддержка не полная, но основные функции уже
    реализованы в последних версиях GCC, Clang и MSVC.

Философия C++

- Эффективность (в ущерб безопасности: например, нет контроля выхода за пределы массива)
- Переносимость
- Мультипарадигмальность

Принципы Бьёрна Страуструпа

В книге «Дизайн и эволюция C++» (2007) Бьёрн Страуструп описывает принципы, которых он придерживался при проектировании C++ (приводятся в сокращении):

- Получить универсальный язык со статическими типами данных, эффективностью и переносимостью языка C
- Непосредственно и всесторонне поддерживать множество стилей программирования
- Дать программисту свободу выбора, даже если это даст ему возможность выбирать неправильно
- Максимально сохранить совместимость с C, тем самым, делая возможным лёгкий переход от программирования на C
- Избежать разночтений между C и C++: любая конструкция, допустимая в обоих языках, должна в каждом из них обозначать одно и то же и приводить к одному и тому же поведению программы
- Избегать особенностей, которые зависят от платформы или не являются универсальными
- «Не платить за то, что не используется» — никакое языковое средство не должно приводить к снижению производительности программ, не использующих его
- Не требовать слишком усложнённой среды программирования

```
int main() {
  return 0;
}
```

```
int main()
{
  return 0;
}
```

```
#include <iostream>
// Заголовочный файл
int main() {
   std::cout << "Hello world!" << std::endl;
   return 0;
}
```

```
#include <iostream>

using namespace std;
// Всё содержимое пространства std становится видимым во всем файле.

using std::cout;     // Либо только элемент cout становится видимым во всем файле.

int main() {
   cout << "Hello world!";
   return 0;
}
```

В C++ доступны следующие встроенные типы

int
bool
double, float
char

Символьные: char, wchar_t (char16_t и char32_t, со стандарта C++11)

Целочисленные знаковые: signed char, short int, int, long int (long long, со стандарта C++11)

Целочисленные беззнаковые: unsigned char, unsigned short int, unsigned int, unsigned long int (и unsigned long long, со стандарта C++11)

С плавающей точкой: float, double, long double

Логический: bool, имеющий значения true или false

Способы инициализации переменных

```
double d = 3.14;    // старый стиль

double d (3.14);    // или так

double d = {3.14};  // новый стиль
double d {3.14};    // или так
```

Неявное преобразование типов

```
int i = 3.14;   // i == 3
int i (3.14);   // i == 3

int i {3.14};   // Ошибка компиляции
```

Тип char занимает 1 байт, поэтому диапазон его значений [-128,127], однако следующий код будет откомпилирован.

```
char c = 128;   // c == -128
```

Основные операции

C++	**Примеры**	
=	int a = 4;	
/	7 / 3 — тип int;	7 / 3.0 — double
%		
a++ / ++a		
&&	i > 0 && i != 2	7&&3
| |		
!		
==		
!=		
<<	(8 << 1 = 16)	
>>	8 >> 1 = 4	
&	7 & 3 = 3	
|		
^		
~		

Возможна запись a = b = c, означающая b = c; a = c — множественное присваивание (справа налево)

Особое внимание стоит обратить на операцию сравнение на равенство:

```
if (a = 5)  …  // (1) Неверно! Но легко пропустить

if (5 = a)  …  // (2) Неверно! И компилятор выдаст ошибку

if (a == 5) … // (3) Верно! Но если спутать с (1), то легко не заметить

if (5 == a) … // (4) Верно! И если спутать с (2), то легко увидеть: ошибка компиляции
```

Условный оператор

```
if (условие) {
    ...
}
else {
    ...
}
```

Допускается сокращённая форма (без else)

```
bool flag;
…
if (flag) {
    cout << "true";
} else {
    cout << "false";
}
```

Тернарная условная операция

```
cout << (flag ? "true" : "false");
```

Оператор выбора

```
switch (i) {
    case 1:
        ...
        break;
    case 2:
    case 3:
    ...
    default:
}
```

Операция , (запятая)

Возвращает значение своего последнего операнда, например:

```
int s = 0, i = 6;
cout <<  (s = i*i, i);  // Выведет 6
```

Операторы цикла

Цикл while

```
while (x > 10) {
    x -= 1;
}
```

Цикл do-while

```
do {
   x--;
} while (x > 0);
```

Цикл for

```
for (инициализация; условие_продолжения; действие_на_каждом_шаге) {
    ...
}

for (int i = 0; i < 10; i++) {
    cout << i << " ";
}
// "0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 "

for (;;);  // бесконечный цикл
```

```
int z = int(sqrt((double)x));
  for (int i=2;i<=z; ++i) {
    int y=x%i;
    …
    }
```

```
unsigned char u;
cin>>u;
unsigned char t;
for (t=128; t>0; t=t>>1)
  if (u&t)
    cout <<"1";
  else
    cout <<"0";
```

Комбинированные или составные операции присваивания

s/=a;	s=s/a
s+=a%10;	s=s+a%10
r*=10;	r=*/10

Функции

```
int abs(int x) {
   return x > 0 ? x : -x;  // После этого сразу выход из функции
}

auto abs(int x) {
   return x > 0 ? x : -x;  // После этого сразу выход из функции
}

// Функция, возвращающая void — аналог процедуры
void print(int i) {
   cout << "Значение = " << i;
}
```

Стандартные функции

Математические функции объявлены в заголовочном файле <cmath>

```
#include <cmath>
abs(x);  floor(x); ceil(x); round(x); sin(x);  pow(x, y);  sqrt(x);
```

Накладные расходы на вызов функции

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

Накладные расходы на этапе выполнения.

1. На стек памяти кладется память, называемая записью активации
2. В запись активации копируется адрес возврата и адрес предыдущей записи активации.
3. В запись активации копируются значения фактических параметров вместо формальных параметров.
4. В записи активации оставляется память под возвращаемое значение.

Кроме того, когда возвращаемся из функции мы

1. Переходим по адресу возврата к предыдущей записи активации или переходим по адресу возврата в основную программу.
2. Передаем найденное значение в основную программу.

inline-функции

Для маленьких функций накладные расходы на вызов функции значительно превышают вычисления, производимые внутри функции.
Поэтому такую функцию можно сделать встраиваемой: при компиляции тело будет встроено на место её вызова.

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

int a = 3;
int c = add(a, 5);    // int c = a + 5;
```

Слово inline является **лишь рекомендацией** компилятору.

Ссылка — другое имя объекта («псевдоним»). Ссылка всегда инициализируется при объявлении

```
int i = 5;
int &pi = i;   // ссылка на i
pi = 3;
cout << i;     // i == 3
i = 7;
cout << pi;     // pi == 7
```

Передача аргумента в функцию по ссылке

```
void calcSquareAndPerimeter(double a, double b, double &S, double &P) {
   S = a * b;
   P = 2 * (a + b);
}

int main() {
   double SS = 0.0, PP = 0.0;
   calcSquareAndPerimeter(3.0, 4.0, SS, PP);
   cout << "Perimeter: " << PP << ", Square: " << SS << "\n";
}
```

Структуры

```
struct Student {
    string name;
    int age;
};  // точка с запятой!

int main() {
    Student s {"Иванов", 19};              // Инициализация
    cout << s.name << ' ' << s.age << endl;

    Student s2 = s;                        // Независимая копия s
    s2.name = "Петров";
    cout << s.name;                         // "Иванов"
}
```

Передача структуры в функцию

Желательно передавать структуру в функцию по ссылке, иначе будет передана её полная копия;

const запрещает изменение полей структуры

```
void print(const Student &s) {
    cout << s.name << ' ' << s.age << endl;
}
```

Перегрузка функции

Объявление двух функций с одинаковыми именами означает, что имеет место перегрузка имени функции.

Перегрузка функции — возможность определить несколько функций с одним и тем же именем, если эти функции имеют разные наборы параметров (по меньшей мере, разные типы параметров).

Перегруженные функции обязательно должны иметь разные **сигнатуры**, т. е. должны отличаться своими списками спецификации параметров.

Следует помнить, что тип возвращаемого значения не участвует в формировании компилятором сигнатуры (внутреннего имени) функции.

Поэтому в качестве перегружаемых функций нельзя использовать функции, различающиеся лишь типом возвращаемых значений.

Есть ли проблемы?

```
int max(int, int);
double max(int, int);
double max(int, int , int);
double max(int, double);
double max(double, double);
```

Аргументы функции по умолчанию

Аргументы по умолчанию могут быть расположены только в конце списка формальных параметров.

Функция, вычисляющую расстояние между двумя точками на плоскости.

```
double dist(double x1, double y1=0, double x2=0, double y2=0);

double dist(double x1, double y1, double x2, double y2) {
  return sqrt((x2-x1)*(x2-x1)+(y2-y1)*(y2-y1));
}

 cout<<dist(x1,y1)+dist(x2,y2)+dist(x1,y1,x2,y2)<<endl;

 cout<<dist(x1)+dist(0,y2)+dist(x1,0,0,y2)<<endl;
```

Объявления и определения

Объявление сообщает компилятору некоторое имя (идентификатор).

Определение сообщает компилятору о необходимости создания в памяти объекта с указанным именем.

Это относится как к переменным, так и к функциям.

Объявления и определения

Говорят, что переменная описана (определена), если она объявлена и под неё выделена память.
Рассмотрим следующий пример, пусть в проекте есть два файла:

```
/* a.cpp */
extern int n;    // Где-то дальше определено
void f(int);     // Предварительное объявление

void main() {
   n = 5; f(n);
}

/* b.cpp */
#include <iostream>
int n;          // Определение переменной

// Определение функции
void f(int i) {
   std::cout << i;
}
```

Глобальные описания в C++ и пространства имен

Для создания локального пространства имен используется ключевое слово namespace

```
namespace MyNamespace{
   ... // содержимое пространства имён: типы, функции, что-угодно…
}
```

Прототипы функций и глобальные переменные в заголовочных файлах, особенно в крупных проектах, необходимо заключать в пространства имен

```
/* header.h */
namespace MyNamespace{
   extern int n;
   void f();
}
```