Лекция 8

Язык программирования C/C++

Основные сведения

Язык С

- Язык **С** был создан в 1972 году на основе предыдущего языка **В** как инструментальное средство для реализации операционной системы Unix.
- В отличие от изначально нацеленного на учебные цели языка Паскаль, язык **С** был разработан как инструмент для программистов-практиков.
- Однако теперь популярность этого языка быстро переросла рамки конкретной операционной системы и конкретных задач системного программирования.
- До недавнего времени языки **С** и **С++** были практически единственным эффективным средством профессионального системного программирования.
- Язык **С**, как и классический вариант языка **Pascal,** представляет собой процедурный язык.
- Современные unix-подобные операционные системы до сих пор пишутся на языке **С**.

C: Немного истории

- 1970 г., Кен Томпсон, Денис Ритчи, AT&T Bell Laboratories
- UNIX PDP-11: A (ассемблер) – B – C
- Первый продукт – компилятор
- 1976 г. – перенос Unix на Interdata 8/32 (затем и на другие платформы)
- 1978 г. – первая книга
- 1987 г. – стандарт ANSI C
- UNIX, OS IBM, MS DOS, Mac OS, …
- 1999 г. – текущий стандарт ISO 9899:1999

C++: Продолжение C

- 1980 г., Бьёрн Страуструп, AT&T Bell Laboratories
  - C++ почти включает C (но есть и несовместимости)
  - C++ расширяет C за счет ООП и строгой проверки типов
- Borland C++, Visual C++, Borland C++ Builder, Microsoft Visual Studio C++ Compiler, Intel C++ Compiler, GNU C++ Compiler…
- 1998 г. – стандарт ISO 14882:1998
- 2003 г. – стандарт ISO 14882:2003
- 2005 г. – стандарт C++/CLI
- 2011 г. – текущий стандарт C++11

Язык C++

- Язык **C++** является самостоятельным языком программирования, разработанным на основе **C**.
- Особенностью языка **C++** является включение в язык объектно-ориентированного подхода и введение дополнительных упрощающих синтаксических конструкций.
- Язык **C++** позволяет пользоваться всеми средствами языка **C**, однако не следует воспринимать его как набор дополнений к **C**. **C++** – самостоятельный язык и его отличие от классического C намного больше, даже чем отличие Турбо Паскаля от классического Паскаля.
- Важной особенностью языка **C++** является его стандартизированность. На язык **C++** существует ANSI стандарт, позволяющий без проблем использовать и компилировать программы, написанные на этом языке при помощи разных компиляторов.

Общая характеристика C

- **C** – элементы языка низкого уровня
  - компьютерные (аппаратные) типы данных
  - логические операции над битами, сдвиги, работа с адресами и регистрами
- **C** – язык высокого уровня
  - структуры данных и операторы структурного программирования
  - необычно большой набор операций
  - указатели и функции
- Простой компилятор
  - эффективность
  - экономичность
  - переносимость

Общая характеристика C

- Препроцессор – преобразование исходного текста программы до компиляции
- Развитые библиотеки
  - богатая стандартная библиотека
  - большое число разнообразнейших библиотек
- Существенные недостатки
  - трудность чтения низкоуровнего кода:

```
a++ << --b | 4
```

  - «слабый» синтаксис
    - ✔ `'a' + 28`
    - ✔ контроль параметров функций

Преимущества C++

1. Стандартизированность.
2. Эффективность генерируемого кода.
3. Универсальность. Возможность гибкой реализации требуемых алгоритмов.
4. Удобство. Достаточная строгость и структурированность без излишних формальных рамок.

- Иными словами – язык C++ - это язык, идеально подходящий для системного программирования или написания приложений, требующих оптимального и эффективного выполнения.

Недостатки C++

1. По сравнению с Паскалем, языки **C** и **C++** являются языками более низкого уровня, т.е. более приближенными к системе. **C++** - язык более понятный для компьютера, чем для человека.
2. Синтаксические конструкции языка **C++** удобны для компиляции и краткости написания, однако не очень удобны для чтения и проектирования программ.
3. Отсутствие жестких структурных рамок может привести к достаточно неупорядоченной программе.

- Одним словом, язык **C++** не очень удобен как учебный язык или язык для написания прикладных программ.
- Все доводы за и против языков **C** и **C++** являются достаточно субъективными.

Литература

- *Страуструп Б.* **Язык программирования Си++. Специальное издание.** Пер. с англ. — М.: ООО «Бином-Пресс», 2004. — 1104 с.
- *Липпман С.* **Основы программирования на С++. Вводный курс.** Пер. с англ. — М.: Вильямс, 2002. http://anatolix.naumen.ru/Books/EssentialCPP?v=yuq
- *Липпман С.* **С++ для начинающих**. http://anatolix.naumen.ru/files/books/lippman_cpp_primer_rus.zip
- *Лафоре Р.* **Объектно-ориентированное программирование в С++.** Пер. с англ. — СПб.: Питер, 2003. — 928 с.
- *Шилдт Г.* **Полный справочник по С++.** Пер. с англ. — М.: Вильямс, 2004. — 800 с.
- *М. Уэит, С. Прата. Д. Мартин*. **Язык Си: руководство для начинающих**. М., "Мир", 1988. http://www.jinr.ru/~dushanov/book/c/index.html
- *Подбельский В. В.* **Язык Си++: Учебное пособие.** — 5-е изд., дораб. — М.: Финансы и статистика, 2006. — 560 с. http://www.jinr.ru/~dushanov/book/cpp/

Еще литература

- *Керниган Б., Ричи Д.* **Язык С**. http://infocity.kiev.ua/m.php?f=0&id=107
- *Кетков Ю.Л., Кетков А.Ю.,* **Практика программирования: Бейсик, Си, Паскаль. Самоучитель**. – СПб.: БХВ-Петербург, 2002. – 480 с.
- *Лаптев В.* **С++. Экспресс-курс**. – СПб.: БХВ – Петербург, 2004 – 512с.
- *Ю.Ю.Громов, С.И.Татаренко*. **Программирование на языке СИ: Учебное пособие**. -Тамбов,1995.- 169 с. http://www.helloworld.ru/texts/comp/lang/c/c/dir.htm
- *А. Богатырев*. **Руководство полного идиота по программированию (на языке Си).** http://www.helloworld.ru/texts/comp/lang/c/c6/
- *Ален И. Голуб*. **Веревка достаточной длины, чтобы выстрелить себе в ногу. Правила программирования на С и С++.** hhttp://www.helloworld.ru/texts/comp/lang/c/c11/cpprules.zip/INTRODUC.DOC
- *Стефан К.Дьюхерст.* **Скользкие места С++. Как избежать проблем при проектировании и компиляции ваших программ**. – М.:ДМК Пресс, 2006. – 264с.
- *Мейерс С.* **Эффективное использование С++. 55 верных советов улучшить структуру и код ваших программ.** – М. ДМК Пресс, 2006. http://wmate.ru/ebooks/dl_book250.html?mirror=1&SID

Сайты:

- Сайт алгоритмов: http://algolist.manual.ru/
- Сайт литературы по C++: http://anatolix.naumen.ru/Books/cplusplus
- E-books: Книги по C, C++ http://wmate.ru/ebooks/cat5/E-books: Книги по C, C++ http://wmate.ru/ebooks/cat5/ (62 книги список здесь)

Компиляторы C++

- **Borland C++** и **Borland C++ Builder** – Компилятор и среда визуального программирования фирмы Borland.
- **Microsoft Visual C++** - среда визуального программирования на основе C++. Имеет все недостатки продукции фирмы Microsoft.
- Компилятор **gcc** – свободно распространяемый компилятор для Unix, имеет версию для Windows – **mingw**.
- На основе компилятора mingw создана оболочка программирования **Dev-C++** и среда визуального программирования **wxDev-C++.**
- **Eclipse 3.5 (Galileo)** – CDT (C/C++ Development Tools) – среда разработки на C/C++ (C/C++ IDE)
- **Intel® Parallel Studio XE 2013, Intel® C++ Studio XE 2013**

Алфавит языка C/C++

- *Алфавит языка СИ++* включает
  - прописные и строчные латинские буквы и знак подчеркивания;
  - арабские цифры от 0 до 9;
  - специальные знаки “{},| []()+-/%*.\’:;&?<>=!#^
  - пробельные символы (пробел, символ табуляции, символы перехода на новую строку).
- Комментарий к тексту программы помещается между символами /* и */ , что исключает сам текст комментария из транслируемой программы. Кроме этого, комментарий может помещаться после символов // , исключающих весь последующий до конца строки текст.
- При формировании текстовых строк и для записи комментария к программам допускается использовать

Лексемы языка

- Из символов формируются лексемы языка:
  - *Идентификаторы* – имена объектов С-программ.

    В идентификаторе могут быть использованы латинские буквы, цифры и знак подчеркивания. Прописные и строчные буквы различаются, например, **PROG1**, **prog1** и **Prog1** – три различных идентификатора. Первым символом должна быть буква или знак подчеркивания (но не цифра). Пробелы в идентификаторах не допускаются. Идентификатор может содержать до 32 символов
  - *Ключевые* (зарезервированные) слова – это слова, которые имеют специальное значение для компилятора. Их нельзя использовать в качестве идентификаторов.

Лексемы языка

- *Знаки операций* – это один или несколько символов, определяющих действие над операндами. Операции делятся на унарные, бинарные и тернарную по количеству участвующих в этой операции операндов.
- *Константы* – это неизменяемые величины. Существуют целые, вещественные, символьные и строковые константы. Компилятор выделяет константу в качестве лексемы (элементарной конструкции) и относит ее к одному из типов по ее внешнему виду.
- *Разделители* – скобки, точка, запятая, пробельные символы.

Структура программы в C/C++

#директивы препроцессора
. . . . . .
#директивы препроцессора
функция а ( )
    операторы
функция в ( )
    операторы
void main ( ) //функция, с которой начинается выполнение программы
    операторы
        описания
        присваивания
        функция
        пустой оператор
            составной
            выбора
            циклов
            перехода

Особенности компиляции в C/C++

- *Директивы препроцессора* – управляют преобразованием текста программы до ее компиляции. Исходная программа, подготовленная на СИ в виде текстового файла, проходит 3 этапа обработки:
  - препроцессорное преобразование текста ;
  - компиляция;
  - компоновка (редактирование связей или сборка).

Директивы препроцессора C/C++

- Задача препроцессора – преобразование текста программы до ее компиляции. Правила препроцессорной обработки определяет программист с помощью директив препроцессора.
- После выполнения препроцессорной обработки в тексте программы не остается ни одной препроцессорной директивы.
- Директива начинается с #. Например:
  - Директива **#define** – указывает правила замены в тексте.
  - Пример:

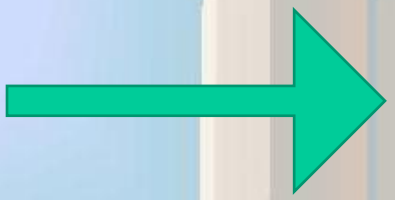
    #define ZERO 0.0

  - Означает , что каждое использование в программе имени ZERO будет заменяться на 0.0.

Директивы препроцессора C/C++

Пример использования директивы **#define**:

```
#define N 20
 int a[N];
int x;
 void func (void)
{
  int i;
  for (i = 0; i < N; i++)
    x += a[i];
}
```

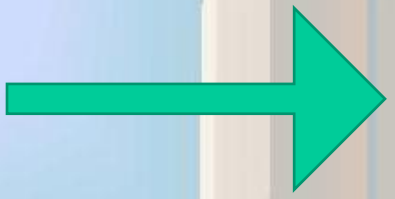


```
int a[20];
int x;

void func (void)
{
  int i;
  for (i = 0; i < 20;
i++)
    x += a[i];
}
```

Директивы препроцессора C/C++

Пользоваться директивой **#define** нужно аккуратно:

```
#define N 20
 int a[N];
...

void func (void)
{
  int N;
  N++;
}
```



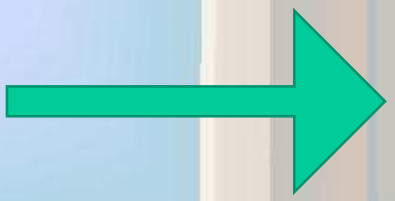
```
int a[20];
...

void func (void)
{
  int 20;
  20++;
}
```

Ошибка при компиляции!

Директивы препроцессора C/C++

Более сложный пример использования директивы **#define**:

```
#define SQUARE(val) val * val
 void func (int x, int y)
{
  int a, b;
   a = SQUARE (x);
  b = SQUARE (y);
}
```



```
void func (int x, int y)
{
  int a, b;

  a = x * x;
  b = y * y;
}
```

При написании макроса с параметрами не должно быть пробела между именем макроса и открывающей скобкой при описании директивы #define; открывающая скобка должна идти впритык к имени макроса!

Директивы препроцессора C/C++

- Директива **#define – не функция!**

```
#define SQUARE(val) val * val
void func (int x)
{
  int a;
  a = SQUARE (x+1);
}
```

```
void func (int x)
{
  int a;
  a = x+1 * x+1;
}
```

- Оператор ## в теле макроса:

Если между двумя "словами" в теле макроса поставить ##, то эти два "слова" будут склеены в одно (так называемый оператор конкатенации):

```
#define MACRO1(x,y) x##y
#define MACRO2(x,y) x##y##trampampam
 MACRO1 (abc, def)
MACRO2 (abc, def)
```

abcdef
abcdeftrampampam

Директивы препроцессора C/C++

- Для того, чтобы отменить макрос, существует директива **#undef**. Как только препроцессор встречает такую директиву, он "забывает" опеределённый ранее макрос и больше не заменяет его.
- Пример:

```
#define N 20
int a[N];
...
 #undef N
void func (void)
{
  int N;
  N++;
}
```

```
int a[20];

void func (void)
{
  int N;
  N++;
}
```

Директивы препроцессора C/C++

- Директива **#include** – вставляет текст из указанного файла.
  - Каждая библиотечная функция C имеет соответствующее описание в одном из заголовочных файлов.
  - Употребление директивы include не подключает соответствующую стандартную библиотеку, а только позволяют вставить в текст программы описания из указанного заголовочного файла.
  - Подключение кодов библиотеки осуществляется на этапе компоновки, т. е. после компиляции.
  - Хотя в заголовочных файлах содержатся все описания стандартных функций, в код программы включаются только те функции, которые используются в программе.
  - Пример:

    #include <stdio.h> – стандартная библиотека ввода/вывода C

    #include <iostream.h> – стандартная библиотека потокового ввода/вывода C++

    #include <math.h> – подключение математической библиотеки.

Директивы препроцессора C/C++

- Директива **#pragma** — действие, зависящее от конкретной реализации компилятора. Это не совсем директива препроцессора в прямом смысле термина.
- Например, **#pragma** имя

где имя — это имя директивы **#pragma**. Borland определяет 14 директив **#pragma**:

argused
anon_struct
codeseg
comment
exit
hdrfile
hdrstop
inline
intrinsic
message

- Директивой **#pragma** подключается внутреннее распараллеливание в технологии OpenMP

Директивы препроцессора C/C++

- Директива argused должна стоять перед функцией. Она используется для устранения предупреждений, если аргумент функции, перед которой стоит **#pragma**, не используется в теле функции.
- Директива exit определяет одну или несколько функций, вызываемых при завершении программы.
- Директива startup определяет одну или несколько функций, вызываемых при запуске программы. Они имеют следующий вид:

  #pragma exit имя_функции приоритет

  #pragma startup имя_функции приоритет
- Приоритет — это значение от 64 до 255 (значения от 0 до 63 зарезервированы). Приоритет определяет порядок вызова функций. Если приоритет не указан, то по умолчанию предполагается значение 100.

Директивы препроцессора C/C++

- Следующий пример определяет функцию start(), выполняющуюся в начале программы.

```
#include <stdio.h>
void start(void);
#pragma startup start 65
int main(void)
{
printf("In main\n");
return 0;
}
void start (void)
{
printf("In start\n");
}
```

- В результате работы программы на экране появится:

In start

In main

Директивы препроцессора C/C++

- Также имеется директива inline, имеющая следующий вид:

  #pragma inline

Она сообщает компилятору, что программа содержит внутренний ассемблерный код. При создании самого быстрого кода компилятор должен знать, что в программе содержится ассемблерный код.

- Используя директиву intrinsic, можно указать компилятору на необходимость подстановки кода функции вместо ее вызова. Директива имеет вид:

  #pragma intrinsic имя_функции

где имя_функции — это имя функции, которую необходимо сделать внутренней.

- Директива warn позволяет запретить или разрешить различные предупреждения. Она имеет вид:

  #pragma warn установки

Директивы препроцессора C/C++. Условная компиляция

- Препроцессор языка Си предоставляет возможность компиляции с условиями. Это допускает возможность существования различных версий одного кода. Обычно, такой подход используется для настройки программы под платформу компилятора, состояние (отлаживаемый код может быть выделен в результирующем коде), или возможность проверки подключения файла строго один раз.
- Директивы, которые управляют условной компиляцией, позволяют исключить из процесса компиляции какие-либо части исходного файла посредством проверки условий (константных выражений).

#if <ограниченное-константное-выражение> [<текст>]

[#elif <ограниченное-константное-выражение> <текст>]

[#elif <ограниченное-константное-выражение> <текст>]

[#else <текст>]

#endif

- Директива #if совместно с директивами #elif, #else и #endif управляет компиляцией частей исходного файла.

Условная компиляция. Примеры

```
#if условие 1
фрагмент кода 1
#elif условие 2
фрагмент кода 2
#else
фрагмент кода 3
#endif
```

- фрагмент кода 1 будет компилироваться, если выполняется условие 1,
- фрагмент кода 2 будет компилироваться, если выполняется условие 2,
- а фрагмент кода 3 будет компилироваться, если не выполняется ни одно из предыдущих условии.

Условная компиляция. Примеры

- Необходимо написать программу, которая может работать на разных платформах.
- При этом в момент компиляции нужно знать, наша платформа big endian или little endian.
- На разных платформах работают компиляторы от разных разработчиков. Как правило, каждый компилятор выставляет некие предопределённые макросы, в том числе и макросы, определяющие тип процессора.
- Например, большинство компиляторов под архитектуру Intel выставляют макрос __i386__, компиляторы под Sparc архитектуру выставляют макрос __sparc__ и т.д.

Условная компиляция. Примеры

- Можно это учесть следующим образом:

```
#if (defined __i386__) || (defined __alpha__)
/* Архитектуры с little endian */
#define LITTLE_ENDIAN
#elif (defined __sparc__)
/* Архитектуры с big endian */
#define BIG_ENDIAN
#else
#error "unknown architecture"
#endif
```

- Здесь используется директива препроцессора **#error**, которая позволяет выдать сообщение с ошибкой или предупреждением. Директиву применяют совместно с директивами условной компиляции, чтобы отсечь некоторые недопустимые или неподдерживаемые комбинации настроек.

Условная компиляция. Примеры

- В коде из предыдущего примера можно использовать вспомогательные директивы #ifdef, #ifndef:

```
#ifdef (__i386__) || (__alpha__)
/* Архитектуры с little endian */
#define LITTLE_ENDIAN
#elif (defined __sparc__)
/* Архитектуры с big endian */
#define BIG_ENDIAN
#else
#error "unknown architecture"
#endif
```

- **#ifndef** (__i386__) эквивалентно **#if** (defined __i386__))

Константы

- *Константа* – это лексема, представляющая изображение фиксированного числового, строкового или символьного значения.
- Константы делятся на 5 групп:
  - целые;
  - вещественные (с плавающей точкой);
  - перечислимые;
  - символьные;
  - строковые.
- Компилятор выделяет лексему и относит ее к той или другой группе, а затем внутри группы к определенному типу по ее форме записи в тексте программы и по числовому значению.

Константы

- *Целые константы* могут быть десятичными, восьмеричными и шестнадцатеричными.
  - Десятичная константа определяется как последовательность десятичных цифр, начинающаяся не с 0, если это число не 0 (примеры: 8, 0, 192345).
  - Восьмеричная константа – это константа , которая всегда начинается с 0. За 0 следуют восьмеричные цифры (примеры: 016 – десятичное значение 14, 01).
  - Шестнадцатеричные константы – последовательность шестнадцатеричных цифр, которым предшествуют символы 0x или 0X (примеры: 0xA, 0X00F).
- *Константы вещественного типа* занимают в памяти 8 байт (64 бита) и состоят из целой части (со знаком); десятичной точки, отделяющей дробную часть от целой; символа экспоненты e или E: **1.75**, **2.5e-2**, **-0.02E+13**

Константы

- *Перечислимые константы* вводятся с помощью ключевого слова **enum**. Это обычные целые константы, которым приписаны уникальны и удобные для использования обозначения. Примеры:
  - enum { one=1, two=2, three=3,four=4};
  - enum {zero,one,two,three}.
  - enum { ten=10, three=3, four, five, six};
  - enum {Sunday, Monday, Tuesday, Wednesday, Thursday, Friday, Saturday} ;

Константы

- *Символьные константы* – это один или два символа, заключенные в апострофы.
- Символьные константы, состоящие из одного символа, имеют тип char и занимают в памяти один байт.
- Символьные константы, состоящие из двух символов, имеют тип int и занимают два байта.
- Последовательности, начинающиеся со знака \ , называются управляющими, они используются:
  - Для представления символов, не имеющих графического отображения, например:
    - ✔ \a – звуковой сигнал,
    - ✔ \b – возврат на один шаг,
    - ✔ \n – перевод строки,
    - ✔ \t – горизонтальная табуляция.
  - Для представления символов: \ , ’ , ? , ” (\\, \’ ,\? ,\”).
  - Для представления символов с помощью шестнадцатеричных или восьмеричных кодов (\073, \0xF5).

Константы

- *Строковая константа* – это последовательность символов, заключенная в кавычки. Внутри строк также могут использоваться управляющие символы.
- Например:

“\nНовая строка”,

“\n\”Алгоритмические языки программирования высокого уровня \”””

Именованные и неименованные константы

- Тип **неименованной константы** неявно определяется ее значением: 0X2F56, -0x2A13B, True, „2“, “124”, {red, yellow, green}, NULL…
- **Именованную константу** можно описать, присвоив ей идентификатор (имя), который можно будет затем использовать в программе вместо того, чтобы непосредственно записывать значение константы:

  const float Pi = 3.1415926;

  const int N = 20;

  const string Text = “Hello, world”;

  и т.д.
- Попытка где-то в тексте изменить значение константы приведет к ошибке компиляции!

Типы данных

- В языках C и C++ есть шесть основных типов данных:
  - **int** (целый);
  - **char** (символьный);
  - **wchar_t** (расширенный символьный);
  - **bool** (логический);
  - **float** (вещественный);
  - **double** (вещественный с двойной точностью).
- Первые четыре типа называют целочисленными (целыми), последние два – типами с плавающей точкой.
- Существует четыре спецификатора типа, уточняющих внутреннее представление и диапазон значений стандартных типов:
  - **short** (короткий);
  - **long** (длинный);
  - **signed** (знаковый);

Типы данных

- Размер типа **int** не определяется стандартом, а зависит от компьютера и компилятора. Для 32-разрядного процессора под величины этого типа отводится 4 байта.
  - Спецификатор **short** перед именем типа указывает компилятору, что под число требуется отвести 2 байта независимо от разрядности процессора.
  - По умолчанию все целочисленные типы считаются знаковыми, то есть спецификатор **signed** можно опускать.
  - Типы **short int**, **long int**, **signed int** и **unsigned int** можно сокращать до **short**, **long**, **signed** и **unsigned** соответственно.

Типы данных

- Под величину символьного типа **char** отводится количество байт, достаточное для размещения любого символа из набора символов для данного компьютера, что и обусловило название типа.
- Как правило, это 1 байт. Тип **char**, как и другие целые типы, может быть со знаком или без знака. В величинах со знаком можно хранить значения в диапазоне от -128 до 127.
- При использовании спецификатора **unsigned** значения могут находиться в пределах от 0 до 255. Этого достаточно для хранения любого символа из 256-символьного набора ASCII (**unsigned char**). Величины типа char применяются также для хранения целых чисел, не превышающих границы указанных диапазонов.

Типы данных

- Расширенный символьный тип **wchar_t** предназначен для работы с набором символов, для кодировки которых недостаточно 1 байта, например, Unicode (2 байта).
- Размер этого типа зависит от реализации; как правило, он соответствует типу **short**. Строковые константы типа **wchar_t** записываются с префиксом L, например, L”Gates”.
- Величины логического типа **bool** могут принимать только значения true и false, являющиеся зарезервированными словами. Внутренняя форма представления значения false – 0 (нуль). Любое другое значение интерпретируется как true. При преобразовании к целому типу true имеет значение 1.

Типы данных

- Типы данных с плавающей точкой хранятся в памяти компьютера иначе, чем целочисленные. Внутреннее представление вещественного числа состоит из двух частей — мантиссы и порядка.
- В IBM-совместимых ПК величины типа **float** занимают 4 байта, из которых один разряд отводится под знак мантиссы, 8 разрядов под порядок и 24 – под мантиссу.
- Для величин типа **double**, занимающих 8 байт, под порядок и мантиссу отводится 11 и 52 разряда соответственно. Длина мантиссы определяет точность числа, а длина порядка — его диапазон.
- Спецификатор **long** перед именем типа **double** указывает, что под его величину отводится 10 байт.

Типы данных

Тип **void**

- Кроме перечисленных, к основным типам языка относится тип **void**, но множество значений этого типа пусто. Он используется для определения функций, которые не возвращают значения, для указания пустого списка аргументов функции, как базовый тип для указателей и в операции приведения типов.
- Пример:

```
void  main()
 {
 …
 }
```

Переменная

- *Переменная это именованная величина, значение которой может меняться*
- Имя (идентификатор) переменной
  - используется для ссылки на переменную: **`a + b`**
  - может содержать символы из числа
    - ✔ строчные и прописные символы латиницы
    - ✔ цифры
    - ✔ символ «подчерк» — «_»
  - начинается не с цифры
  - строчные и прописные символы различаются:

    `MyName ≠ myname`

Переменная

- Перед использованием любая переменная должна быть описана. Примеры:

  int a; **float** x;
- Общий вид оператора описания:

  [класс памяти][const]тип имя [инициализатор];
- Класс памяти может принимать значения: **auto, extern, static, register**. Класс памяти определяет время жизни и область видимости переменной. Если класс памяти не указан явно, то компилятор определяет его исходя из контекста объявления.
- **Const** – показывает, что эту переменную нельзя изменять (именованная константа).

Классы памяти переменных

- **auto** – автоматическая локальная переменная. Спецификатор auto может быть задан только при определении объектов блока, например, в теле функции. Этим переменным память выделяется при входе в блок и освобождается при выходе из него. Вне блока такие переменные не существуют.
- **extern** – глобальная переменная, она находится в другом месте программы (в другом файле или далее по тексту). Используется для создания переменных, которые доступны во всех файлах программы.
- **static** – статическая переменная, она существует только в пределах того файла, где определена переменная.
- **register** – аналогичны auto, но память под них выделяется в регистрах процессора. Если такой возможности нет, то переменные обрабатываются как auto.

Блок

- *Группа операторов в фигурных скобках, составляющее некоторое целое* (тело цикла, варианты у оператора **if**, тело функции и т.д.):

```
{
   a = b + c;
   ...
}
```

- В блоке могут быть объявлены (и инициированы) переменные:

```
{
   int c = a + b;
   ...
}
```

Переменные

Пример

```
int a; //глобальная переменная
void main(){
int b;//локальная переменная
extern int x;//переменная x определена в другом месте
static int c;//локальная статическая переменная
a=1;//присваивание глобальной переменной
int a;//локальная переменная a
a=2;//присваивание локальной переменной
::a=3;//присваивание глобальной переменной
}
int x=4;//определение и инициализация x
```

Время жизни и области видимости

- Объявленные в блоке переменные являются *локальными* — они «видны» (и существуют) только внутри блока
- Блоки могут вкладываться, а объявленные переменные — перекрываться:

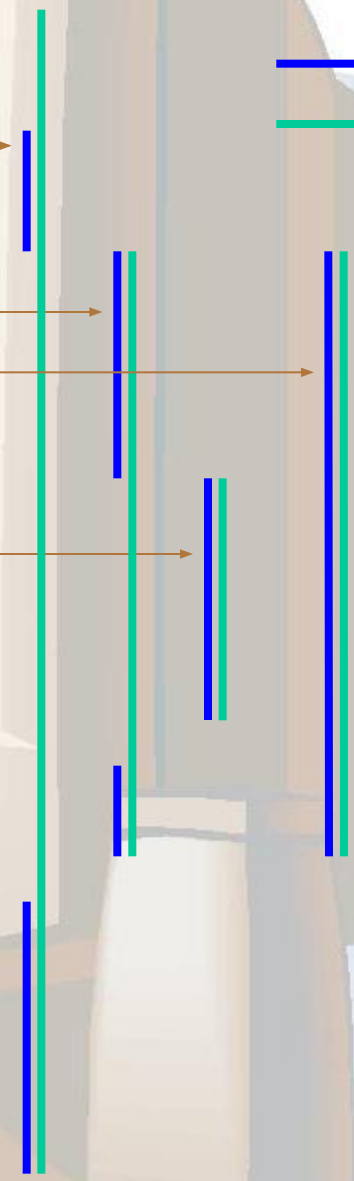
```
{
  int a = 3;
  double b = 2.0;
  {
    int a, b; // Эти a и b перекрывают внешние
    a = 5;    // присваивание локальной a
  }
  // Здесь опять внешние a и b, a = 3, b = 2.0
}
```

Время жизни и области видимости

- Время жизни переменной — это участок программы от момента ее объявления и до конца блока
- Область видимости переменной — это время ее жизни минус области перекрытия имени

Время жизни и области видимости

```
. . . . . . . . . . . . .
int i = 2; // файловая
int f1(int a, int b)
{
    int i;
    int j = 3;
    i = j * 2;
    {
        int i;
        int k;
        i = j * 3;
    }
    return b;
}
int f2(int p)
{

}
```



И еще о блоках

- C vs. C++
  - в C переменные могут объявляться только в начале блока
  - в C++ переменные могут объявляться в любом месте блока
- В C++ переменные можно объявлять в заголовках циклов **for**, **while**, в **if** и **switch**:

```
for ( int i = 0; i < n; i++ )...

while ( double s = sin(alpha) != 0.0 )...

if ( int sign = value >= 0 ? 1 : -1 )...

switch( int b = a + 1 )...
```

Объявления namespace и using

- Ключевое слово **namespace** позволяет разделить глобальное пространство имен путем создания некоторой декларативной области. По сути, пространство имен определяет область видимости.
- Общая форма задания пространства имен имеет следующий вид:

```
namespace имя
{
   //Объявления
}
```

Объявления namespace и using

- Пример объявления и использования:

```
namespace MyNameSpace {
   int i, k;
   void myfunc(int j) { ... }
}
```

- Поскольку пространство имен определяет область видимости, для доступа к определенным внутри нее объектам необходимо использовать оператор разрешения видимости. Например, чтобы присвоить значение 10 переменной i, необходимо использовать следующий оператор:

```
MyNameSpace::i = 10;
```

Объявления namespace и using

- Если члены пространства имен будут использоваться часто, то для упрощения доступа к ним можно применить директиву **using**. Оператор using имеет две общие формы записи:

  using namespace имя;

  using имя::член;

- Пример:

using MyNameSpace::k; //только переменная k сделана видимой

k = 10; //OK, поскольку переменная k видима

using namespace MyNameSpace; //все члены MyNameSpace видимы

i = 10; //OK, поскольку все члены MyNameSpace сейчас видимы

Преобразование типов в C/C++

- Преобразования типов выполняются, если операнды, входящие в выражения, имеют различные типы. Ниже приведена последовательность преобразований.
  - Если один из операндов имеет тип **long double**, то другой преобразуется к типу long double.
  - Если один из операндов имеет тип **double**, то другой преобразуется к типу double.
  - Если один из операндов имеет тип **float**, то другой преобразуется к типу float.
  - Иначе, если один из операндов имеет тип **unsigned long**, то другой преобразуется к типу unsigned long.
  - Иначе, если один из операндов имеет тип **long**, то другой преобразуется к типу long.
  - Иначе, если один из операндов имеет тип **unsigned**, то другой преобразуется к типу unsigned.

Структура программы. Основная функция

- Основной функцией программы в С++ называют функцию, выполняющуюся при запуске программы.
- Основная функция имеет имя **main**. Как правило этой функции не нужны аргументы и выводимый тип.
- **void main() {}**
- Иногда среды разработки предлагают в начале работы собственный вид данной функции.
- Таким образом, рекомендуемая заготовка для написания программы на языке С++ имеет следующий вид:
- **#include <iostream.h>**
- **#include <stdlib.h>**
- **void main()**
- **{**
- **// текст программы**
- **cin.get(); // приостановка выполнения**
- **}**

Операции языка C++

- Основные арифметические операции: **+, -, *, /.**
- В случае деления целых чисел результат будет частным двух чисел. Для получения остатка используется операция **%.**
- Для сокращения записи вместо операций типа **a=a+b** применяют также запись **a+=b**. Аналогичный смысл имеют записи: **a-=b, a*=b, a/=b, a%=b.**
- Две операции ++ и - - введены для увеличения (уменьшения) переменных ровно на 1, что часто встречается при циклических вычислениях, индексации массивов и в ряде других случаев.
- a++; // эквивалент операции a = a + 1 ; или a + = 1 ;
- a- - ; // эквивалент операции a = a - 1 ; или a - = 1 ;

Операции языка C++

- Если символы ++ (--) расположены слева от переменной, то сначала переменная увеличивается (уменьшается) на 1, а затем производится вычисление выражения.
- И наоборот, если символы сложения (вычитания) расположены справа от идентификатора, первоначально вычисляется арифметическое выражение, а затем переменная увеличивается (уменьшается) на 1.
- Примеры использования префисного и постфиксного использования операторов инкремента (++) и декремента (--):

```
int m=1,n=2;
int a=(m++)+n;
int b=m+(++n);
```

Операции языка C++

- Пример:

```
main()
{ int n, b, c;
n=1;
b=10*(n++);// сначала вычисляется b = 10 * 1 = 10, а затем n = n + 1 = 2;
c=10*(++n);// сначала вычисляется n = n + 1 = 3, а после этого c = 10 * 3
    = 30;
}
```

- Логические операции:
- В C++ в качестве FALSE используется значение целого типа (int), равное 0, в качестве TRUE - любое ненулевое значение целого типа.

==	равно	<,>,<=,>=	Больше,меньше
!=	не равно	&&	логическое И (and)
!	отрицание (not)	||	логическое ИЛИ (or)

Операторы:

- Оператор присваивания
- Оператор ветвления **`if`**
- Переключатель **`switch`**
- Цикл с предусловием **`while`**
- Цикл с постусловием **`do-while`**
- Цикл **`for`**
- Операторы **`goto, break; continue`**

Операторы языка C++

1. Оператор (или операция) присваивания =.

Примеры:

a=b=2; //присваивание числового значения

b=a+c; // присваивание результата действия

- Простой пример:

```
int a, b, c;
a = b = c * 3;
```

- «Непростой» пример:

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

2. **Составной оператор** – последовательность любых операторов, заключенная в фигурные скобки { }, которые являются в C и C++ аналогом слов **begin** и **end**.

Операторы языка C++

3. Условные операторы

3.1. Логический оператор присваивания (тернарная операция):

переменная=(логическое_выражение)?выр-ние1:выр-ие2;

выполняется следующим образом: если логическое_выражение истинно, то переменной присваивается результат выражения1, а в противном случае - результат выражения2.

x=(x>0)? x: -x;

3.2. Условный оператор if:

if(выражение) оператор;

Пример:

if (f==0 || f==1) { g=1; h=2; i=3; }

Другая форма оператора **if – оператор ветвления**:

if(выражение) оператор_1; else оператор_2;

Если истинно выражение, то выполняется оператор_1, иначе - оператор_2.

Пример: решение квадратного ур-я

```
double a, b, c;
double d, x1, x2, re, im;
d = b * b - 4.0 * a * c;
if ( d > 0.0 )
{
  d = sqrt(d);
  x1 = (-b + d) / (2.0 * a);
  x2 = (-b - d) / (2.0 * a);
}
else if ( d < 0.0 )
{
  d = sqrt(-d);
  re = -b / (2.0 * a);
  im =  d / (2.0 * a);
}
else
  x1 = x2 = -b / (2.0 * a);
```

Операторы языка C++

3.3. Оператор переключения switch:

```
switch(выражение)
{   case      const_1: оператор_1; break;
    case      const_2: оператор_2; break;
          //  . . .
              default:оператор_N; break;
}
```

- выражение – целочисленное арифметическое выражение;
- const_i - символьная или целая константа;
- break - оператор прерывания, обеспечивающий выход из оператра switch.

Переключатель switch

- Пример:

```
switch( n )
{
   case 1: cout << "Понедельник";
   case 2: cout << "Вторник";
   case 3: cout << "Среда";
   case 4: cout << "Четверг";
   case 5: cout << "Пятница";
   case 6: cout << "Суббота";
   case 7: cout << "Воскресенье";
   default: cout << "Неверный номер";
}
```

- Этот пример при $n = 1$ выведет:

```
ПонедельникВторникСредаЧетвергПятницаСубботаВоскресе
   ньеНеверный номер
```

Переключатель switch

- Выход из блока — оператор **break**
- Пример:

```
switch( n )
{
   case 1: cout << "Понедельник"; break;
   case 2: cout << "Вторник";     break;
   case 3: cout << "Среда";       break;
   case 4: cout << "Четверг";     break;
   case 5: cout << "Пятница";     break;
   case 6: cout << "Суббота";     break;
   case 7: cout << "Воскресенье"; break;
   default: cout << "Неверный номер";
}
```

Операторы языка C++

4. Операторы цикла

4.1. Оператор цикла for:

for (инициализация; условие; изменение) оператор;

Инициализация – определение начальных значений, меняющихся при выполнении цикла величин.

Оператор – повторяющиеся операции, на которые распространяется оператор цикла; в случае, когда необходимо циклическое выполнение группы операторов, их следует заключать в операторные скобки.

Изменение – правила изменения переменных величин по окончании очередного цикла.

Условие – логическое выражение, определяющее условие выполнения цикла.

Поля **инициализация** и **изменение** могут содержать список операций, перечисляемых через запятую. Следует отметить, что любое из указанных полей может отсутствовать; при этом разделители **;** должны сохраняться.

Операторы языка C++

Пример: Программа вычисления суммы первых ста натуральных чисел.

```
#include <iostream.h>
void main()
{    int sum, count;
     for (count=1, sum=0; count<=100; count++)
    sum+=count;
     cout<<"Summa ravna "<<sum; //вывод на экран
     cin.get();
}
```

Цикл for: пример

- Суммирование отрезка ряда: $1+a-a^2+a^3+\ldots+(-1)^{n-1}a^n$:

```
int n, i;
double a, da, sum;

cout << "a, n = ";
cin >> a >> n;

da = 1.0;
sum = 1.0;
for ( i = 1; i <= n; i++ )
{
  da = da * a;
  if ( i % 2 ) sum = sum - da;
  else         sum = sum + da;
}
```

Операторы языка C++

4.2. Оператор цикла while:

while (выражение) оператор;

Пока справедливо логическое **выражение**, будет выполняться **оператор.**

```
#include <iostream.h>
void main()
{   sum = 0;
while ( n )
{
  sum+ = n % 10;
  n = n / 10;
}
    cout<<"Summa ravna "<<sum;
    cin.get();  }
```

Операторы языка C++

4.3. Оператор цикла do-while:

do оператор; while(выражение);

Оператор будет выполняться, пока справедливо логическое **выражение.**

Пример:

```
#include <iostream.h>
void main()
{
   int sum=0, count=1;
   do sum+=count++; while (count<=100);
   cout<<"Summa ravna "<<sum;
   cin.get();
}
```

В отличие от языка Паскаль оператор цикла с постусловием задает условие продолжения, а не окончания цикла.

Ввод-вывод данных

- В языке C++ появились функции ввода-вывода **cin** и **cout**, находящиеся в модуле **iostream**.
- Для вывода данных на экран используется функция **cout<<:**
- Настройка вывода осуществляется при помощи команд: **cout.width(n),** где n – ширина поля вывода и **cout.precision(m),** где m – точность вывода вещественных чисел.
- Пример:

```
#include <iostream.h>
void main()
{ float pi=3.1415926;
  cout.precision(5);
  cout<<"Chislo pi:" << '\n' <<pi;
  cin.get();
}
```

Результат: Chislo pi:
3.1416

Ввод-вывод данных

Для ввода данных с клавиатуры используется процедура **cin>>.**

Пример: решение квадратного уравнения

```
#include <iostream.h>
void main()
{ float a,b,c,d,x1,x2;
  cout<<"a*x*x+b*x+c=0"<<'\n'<<"Vvedite a:";
  cin>>a;
  cout<<"Vvedite b:"; cin>>b;
  cout<<"Vvedite c:"; cin>>c;
  d=b*b-4*a*c;
  if (d<0) cout<<"Net korney";
  else {
       x1=(-b+sqrt(d))/(2*a);
       x2=(-b-sqrt(d))/(2*a);
       cout<<"x1="<<x1<<'\n'<<"x2="<<x2;
      }
  cin.get();
}
```

Безусловный переход goto

- Синтаксис:

```
goto <идентификатор>;
...
<идентификатор>: <инструкция>
```

- Осуществляет переход к выполнению программы начиная с **<инструкции>**

```
        if ( a > b ) goto l3;
        if ( b > c ) goto l2;
 l1: cout << "Наибольшее число =" << c;
        goto l4;
 l2: cout << "Наибольшее число =" << b;
        goto l4;
 l3: if ( a < c ) goto l1;
        cout << "Наибольшее число =" << a;
 l4:;
```

Break, continue, return

- **break** - оператор прерывания цикла.
- **continue** - переход к следующей итерации цикла. Он используется, когда тело цикла содержит ветвления.
- Оператор **return** – оператор возврата из функции. Он всегда завершает выполнение функции и передает управление в точку ее вызова. Вид оператора:

  return [выражение];

```
{
if
(<выражение_условие>)
break;
<операторы>
}

for( k=0,s=0,x=1;x!=0;)
{
cin>>x;
if (x<=0) continue;
k++;s+=x;
}
```