

ООП 2022

Объектно-ориентированное программирование

МГТУ им. Н.Э. Баумана

Факультет Информатика и системы управления

Кафедра Компьютерные системы и сети

Лектор: д.т.н., проф.

Иванова Галина Сергеевна

Структура дисциплины ООП

Лекции – Объектно-ориентированное программирование на C++ в среде разработки Qt Creator (Clang) или Visual Studio 2017 Community – 51 час.

Семинары: 34 часа – 16-17 занятий

Лабораторные работы: 34 часа – 10 работ

Домашние работы: 3 задания (2+3+2 = 7 задач)

Баллы:

1 модуль:

5 неделя – **РК1 (Лаб. 4)** Матрицы (с лекциями) – 6..10 баллов;

8 неделя – **РК2** Динамические структуры данных – 15..25 баллов;

2 модуль:

13 неделя – **РК3** Иерархии классов – 15..25 баллов;

15 неделя – **ДЗ 3.2** Защита ДЗ – 6..10 баллов

Экзамен: - 18..30 баллов.

Проектно-технологическая практика

Три задания:

1. Pascal. Создание информационной системы – 6 неделя – 24..40
2. C++. Создание программной системы с элементарным интерфейсом – 12 неделя – 18..30
3. C++. Создание программной системы с Qt интерфейсом – 16 неделя – 18..30

Необходимо подготовить 2 экз. бланка задания и подписать самим и у преподавателя, затем один экз. отдать Ивановой Г.С.: 1-й экз. пойдет в отчет по практике, 2-й – останется у меня.

Контроль знаний – дифференцированный зачет по баллам:

60..70 – удовлетворительно;

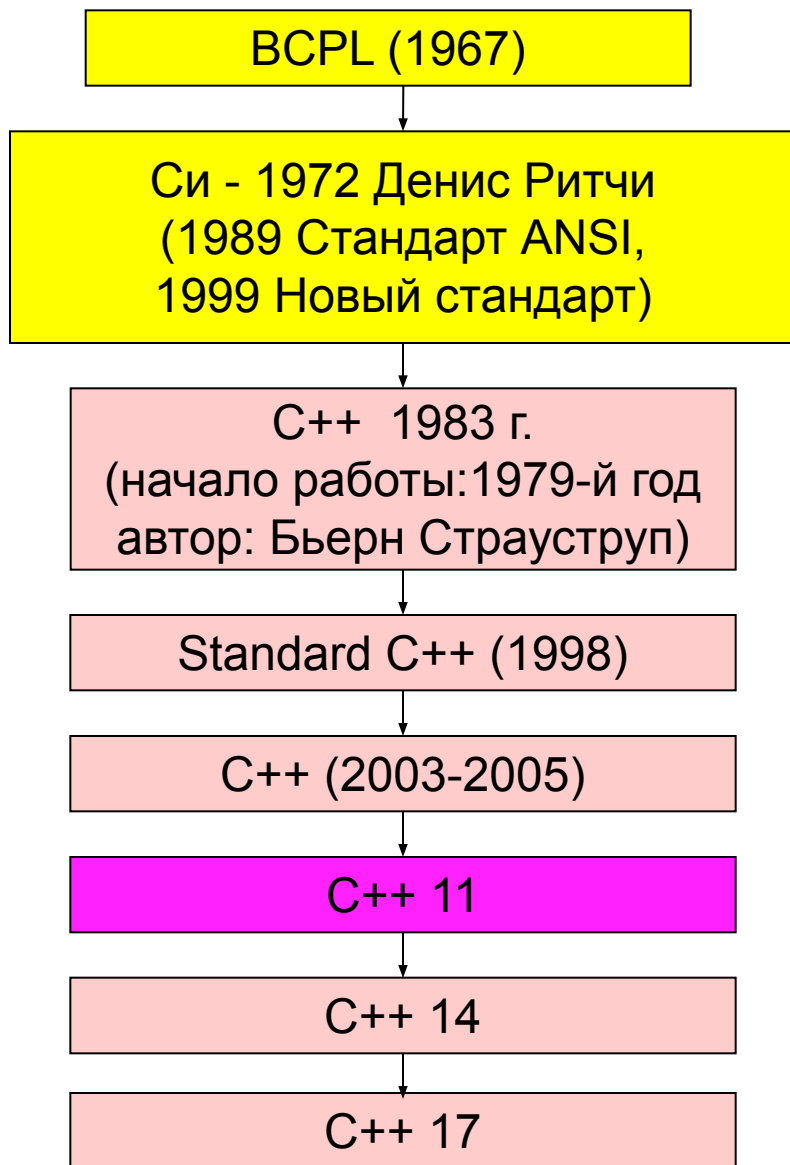
71..84 – хорошо;

85..100 – отлично

Литература

1. Подбельский В.В. Стандартный Си++: Учеб. пособие. – М.: Финансы и статистика, 2008.
2. Иванова Г.С., Ничушкина Т.Н. Объектно-ориентированное программирование. Учеб. для вузов. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014. 456 с.
3. Иванова Г.С., Ничушкина Т.Н., Самарев Р.С. . С++. Часть 1. Средства процедурно-го программирования Microsoft Visual C++ 2008: Учебное пособие. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2010. – 126 с. – ЭУИ.
4. Иванова Г.С., Ничушкина Т.Н. С++. Часть 2. Объектно-ориентированное программирование на языке С++ в среде Visual Studio 2008: Учебное пособие. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2013. – 161 с. – ЭУИ.
5. Иванова Г.С. . С++. Часть 3. Создание графических интерфейсов пользователя с использованием библиотеки Qt 4.7: Учебное пособие. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014. – 52 с. – В электронном виде.
6. Шилдт Г. Полный справочник по С++, 4 изд. – М.: Изд. дом "Вильямс", 2009 (2015). – 800 с.
7. Уроки С++. URL: <https://ravesli.com/uroki-cpp/> .
8. Шлее М. Qt 5.3. Профессиональное программирование на С++. СПб.: БХВ-Петербург, 2015. 928 с.
9. Дейтел Х., Дейтел П. Как программировать на С++.

История создания языка программирования C++

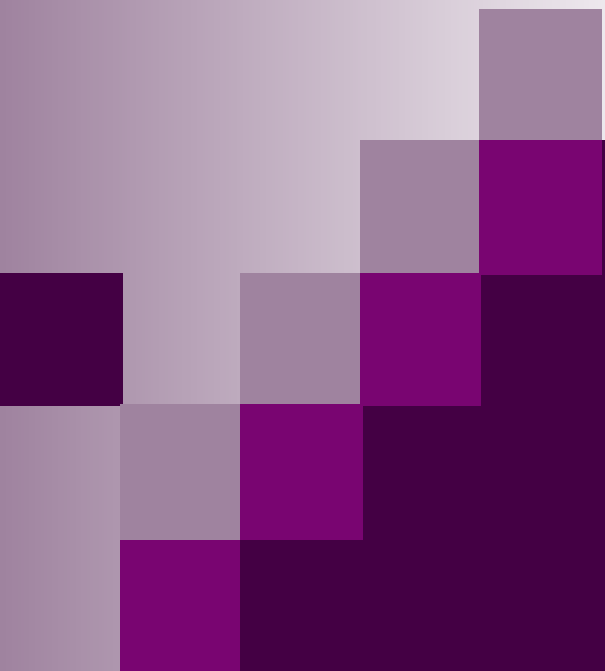


C++ - компилируемый статически типизированный язык программирования общего назначения (универсальный).

Первоначальное название - «C with Classes».

Основное достоинство – наличие большого количества специальных средств и механизмов, упрощающих написание сложных системных программ.

Основной недостаток – незащищенный синтаксис, который часто не позволяет точно идентифицировать ошибку на этапе компиляции программы.



Глава 1 Скалярные типы данных. Основные операторы C++

МГТУ им. Н.Э. Баумана

Факультет Информатика и системы управления

Кафедра Компьютерные системы и сети

Лектор: д.т.н., проф.

Иванова Галина Сергеевна

1.1 Алфавит языка. Структура программы

Алфавит языка C++ включает:

- 1) строчные и прописные латинские буквы: `a, A, b, B` и т.д.;
- 2) арабские цифры: `0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9`;
- 3) шестнадцатеричные цифры: `0..9, a..f` или `A..F`;
- 4) специальные символы: `+ - * / = ; { }` и т. д.;
- 5) служебные слова: `do, while, for, if, else` и т. д.

В отличие от Паскаля C++, как и Си, различает строчные и прописные буквы.

Структура консольной программы

Консольная программа на C++ включает:

<Команды препроцессора>

[<Объявление типов, переменных и констант>]

[<Объявления (прототипы) функций>]

<Описание функции **main()**>

[<Описания других функций>]

Используемая нотация:

<...> - некоторая конструкция C++;
[<...>] – присутствие конструкции в операторе не обязательно

В C++ все программы/подпрограммы называются *функциями*.

*Функция **main()*** – основная программа, всегда имеющая имя `main`, принимающая управление от операционной системы и возвращающая его ей. Присутствие этой функции (функции `WinMain()` – для Windows или др. со словом `main`) является обязательным.

Команды препроцессора – команды, выполняемые перед компиляцией программы, могут использоваться для подключения необходимых библиотек.

Описание функции

```
<Тип результата или void> <Имя функции> ([<Список параметров>])  
{  
  < Объявление локальных переменных и констант >  
  <Операторы>  
}
```

Если функция возвращает скалярное значение, то первое слово описания содержит его **тип**. Если функция не возвращает значения, т.е. фактически является процедурой, то указывают тип **void** – «пустой» тип.

Независимо от наличия или отсутствия параметров **скобки после имени функции должны быть указаны обязательно**. При отсутствии параметров в скобках может быть указано **void** или ничего.

{...} – операторные скобки, ограничивающие тело функции – аналог **begin... end** Паскаля.

Сравнение программ, написанных на Pascal и C++

Free Pascal (базовая объектная модель):

```
Program primer;  
Uses SysUtils;  
  
Var   A:integer=18;  
      B:integer=24;  
      C:integer;  
  
Function Nod(A,B:integer):integer;  
Begin  
    while A<>B do  
        if A>B then A:=A-B  
        else B:=B-A;  
    Nod:=A;  
End;  
  
Begin  
    C:=Nod(A,B);  
    Writeln('Nod=', C);  
End.
```

Qt Creator (clang) C++ - Пример [Ex1_01](#):

```
#include <iostream>  
using namespace std;  
  
int nod(int a,int b)  
{  
    while (a!=b)  
        if (a>b) a=a-b;  
        else b=b-a;  
    return a;  
}  
int main(int,char**)  
{  
    int a=18,  
        b=24,  
        c;  
  
    c=nod(a,b);  
    cout << "nod=" << c << '\n';  
    return 0;  
}
```

Команда
препроцессора

Подключение
адресного
пространства

Описание
функции

Основная
функция
main()

Объявление
переменных

1.2 Фундаментальные типы данных

Имя типа	Подтипы	Размер, байт	Значения
char	[signed] char unsigned char	1	-128..127 0..255
wchar_t	[signed] wchar_t unsigned wchar_t	2	-32768..32767 0..65535
short	[signed] short unsigned short	2	-32768..32767 0..65535
int или long	[signed] int unsigned int	4	$-2^{31}..2^{31}-1$ $0..2^{32}-1$
long long	[signed] long long unsigned long long	8	$-2^{63}..2^{63}-1$ $0..2^{64}-1$
bool		1	false (0), true(1)

Для совместимости с Си по-прежнему считается: 0 – false; не 0 – true. 11

2. Вещественные типы

Тип	Размер, байт	Значащих цифр	Минимальное положительное число	Максимальное положительное число
float	4	6	1.175494351e-38	3.402823466e38
double (long double)	8	15	2.2250738585072014 e-308	1.797693134862318 e308

3. Неопределенный («пустой») тип void

Нельзя объявлять значения типа void, этот тип используется только при объявлении:

- нетипизированных указателей;
- функций, не возвращающих значений (процедур).

1.3 Объявление переменных и констант

Формат:

[<Изменчивость>] <Тип><Список идентификаторов>[=<Значение>];

где <Изменчивость> – описатель возможности изменения значений:

`const` – константа – неизменяемое значение,

`volatile` – независимо меняющаяся переменная,

без указания изменчивости – обычная переменная

<Тип> – описатель типа: `int`, `char`, `float`, `double` и т.д.;

<Список идентификаторов> – список имен переменных или констант;

<Значение> – начальное значение переменной или значение константы.

Примеры:

- а) `int a, b;` // две целые переменные
- б) `float c=1.05, d(3.5), e{1.1};` // инициализированные переменные
- в) `const unsigned char letter='a';` // константа – код буквы «а»
- г) `int const a=15;` // целая константа 15
- д) `const int a(1);` // целая константа 1

Перечисляемый тип (Си)

Используется для объявления совокупности поименованных констант.

Формат:

```
enum [class <имя>] {<Ид>[=<Целое>] [,<Ид>[<>]...]}  
    [<Список переменных>];
```

Примеры:

```
enum class Options {None, One, All};  
Options o = Options::All;
```

```
enum {SUN, MON, TUES, FRI=5, SAT} day;
```

Имя
переменной

SUN = 0, MON = 1, TUES = 2, FRI=5, SAT=6

Задание типа позволяет ограничить область видимости перечисленных значений (C++ 11).

Объявление типа

Появилось только в C++.

Формат:

```
typedef <Описание типа> <Имя объявляемого типа>;
```

Примеры:



Имя
НОВОГО ТИПА

```
1) typedef unsigned int word;
```

```
2) typedef enum {false, true} boolean;
```



Имя
НОВОГО ТИПА

1.4 Простейший ввод/вывод

1.4.1. Ввод-вывод с помощью функций Си

1 Форматный ввод /вывод

Ввод:

```
int scanf(<Форматная строка>, <Список адресов переменных>);  
    // возвращает количество значений или EOF(-1)
```

```
(VS) int scanf_s(<Форматная строка>, <Список адресов переменных с  
    указанием размера буфера для символов и строк>);
```

Вывод:

```
int printf(<Форматная строка>, <Список выражений>);
```

где <Форматная строка> - строка, которая помимо символов содержит спецификации формата для выводимых значений вида:

```
%[-] [<Целое 1>]. [<Целое 2>] [h/l/L] <Формат>
```

«-» - выравнивание по левой границе,

<Целое 1> - ширина поля вывода;

<Целое 2> - количество цифр дробной части вещественного числа;

h/l/L - модификаторы формата;

<Формат> - определяется специальной литерой.

Спецификации формата

d,i - целое десятичное число (int);

u - целое десятичное число без знака (unsigned int);

o - целое число в восьмеричной системе счисления;

x,X - целое число в шестнадцатеричной системе счисления, % 4x - без гашения незначащих нулей, X – буквы верхнего регистра;

f - вещественное число float в форме с фиксированной точкой;

e,E - вещественное число float в форме с плавающей точкой;

g,G - вещественное число float в одной из указанных выше форм;

c - СИМВОЛ;

p - указатель (адрес) в шестнадцатеричном виде;

s - символьная строка.

Кроме этого, форматная строка может содержать:

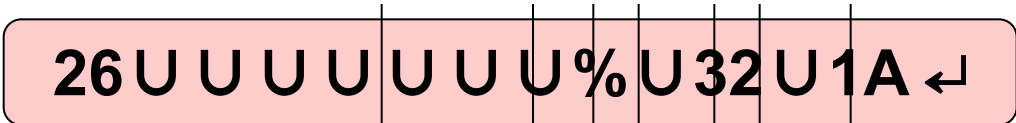
\n - переход на следующую строку;

\n hhh - вставка символа с кодом ANSI hhh (код задается в шестнадцатеричной системе счисления);

%% - печать знака %.

Примеры форматного ввода/вывода

а) `int i=26;`
`printf ("% -6dUUU%%U %oU %X\n", i, i, i);`



б) `scanf ("%d %d", &a, &b);`
Вводимые значения: 1) 24 28 2) 24 ←
28

в) `scanf ("%d,%d", &a, &b);`
Вводимые значения: 24,28

Ввод строки до пробела

г) `scanf ("%s", name);`
Вводимые значения: **Иванов Иван**
Результат ввода: `name="Иванов"`

В параметрах функции указаны размеры буферов

д) `int i; char ch, name[20];`
`scanf_s ("%d %s %c", &i, name, 20, &ch, 1);`

Модификаторы формата

Модификаторы употребляются с некоторыми форматами для указания типов переменных, отсутствовавших в первых версиях C++

Модификатор	Спецификатор формата	Тип переменной
<code>h</code>	<code>i d u o x X</code>	<code>short</code>
<code>l</code>	<code>i d u o x X</code>	<code>long</code>
<code>l</code>	<code>e E f g G</code>	<code>double</code>
<code>L</code>	<code>e E f g G</code>	<code>long double</code>

Примеры:

```
short s1; long L1; double d1;
printf("input short>"); scanf("%hd", &s1);
printf("input long >"); scanf("%ld", &L1);
printf("input double>"); scanf("%lf", &d1);
```

Ограничение набора вводимых символов при вводе строк

`%[<Множество символов>]` - можно вводить только указанные символы, при вводе другого символа ввод завершается

`%[^<Множество символов>]` – можно вводить все символы, кроме указанных

Примеры:

`%[A-Z]` - все заглавные английские буквы;

`%[0-9A-Za-z]` - все десятичные цифры и все буквы английского алфавита;

`%[A-FT-Z]` - все заглавные буквы от A до F и от T до Z;

`%[-+*/]` - четыре арифметических операции;

`%[z-a]` - символы 'z', '-' (минус) и 'a';

`%[+0-9-A-Z]` - символы '+', '-' и диапазоны 0-9 и A-Z;

`%[+0-9A-Z-]` - то же самое;

`%[^-0-9+A-Z]` - все символы, кроме указанных.

```
scanf_s ("% [A-Z] ", st, 20); //ввод до другого символа
```

если ввести ABCD20, то st="ABCD"

2 Ввод/вывод строк

Ввод:

```
char* gets (<Строковая переменная> ) ;
```

// возвращает копию строки или NULL

```
(VS) char* gets_s (<Строковая переменная>, <Размер буфера>);
```

Вывод:

```
int puts (<Строковая константа или переменная> ) ;
```

Примеры:

а) `puts ("Это строка") ;`

Результат: **Это строка**↵

б) `char st[21];`
`gets (st) ;`

Вводимые значения: **Иванов Иван**↵

Результат: **st = "Иванов Иван"**

в) `char st[21];`
`gets_s (st, 20) ; // один байт для хранения '\0'`

Ввод строки до
маркера "конец
строки"

3 Ввод/вывод символов

Ввод символа:

```
int getchar(); // возвращает символ или EOF
```

Вывод символа:

```
int putchar(<Символьная переменная или константа>);
```

Примеры:

```
а) ch=getchar( );
```

```
б) putchar('t');
```

1.4.2 Ввод-вывод с использованием библиотеки классов C++

Операции ввода-вывода с консолью могут осуществляться с использованием специальной библиотеки классов C++.

Для осуществления операций ввода-вывода с консолью необходимо подключить библиотеку `iostream`, содержащую описание этих классов, и разрешить программе использовать стандартное адресное пространства `std`, в котором работают все старые библиотеки C++:

```
//include <iostream>  
using namespace std;
```

Вывод на экран

Операция вывода на экран компьютера предполагает **вставку** данных в стандартный поток вывода.

Стандартный поток
вывода на экран

```
cout >> <Имя скалярной переменной, строки или константы  
значений или строк>;
```

Операция
вставки в
поток

С помощью операции вставки в поток можно выводить данные следующих типов: `int`, `short`, `long`, `double`, `char`, `bool`, `char *` (строки Си) и т.п.

Примеры вывода на экран

1) вывод строковых констант, чисел и логических значений:

```
int a=3; float b=5.34; bool c=true;
cout<< "Results: a=" << a << " b=" << b <<
" c=" << c << "." << '\n';
```

```
Results: a=3 b=5.34 c=1.↵
```

переход на следующую строку, можно также использовать endl

2) вывод в две строки:

```
cout<< "Results: a=" << a << " b=" << b << '\n'<<
" c=" << c << "." << '\n';
```

```
Results: a=3 b=5.34↵
c=1.↵
```

Управление выводом. Манипуляторы

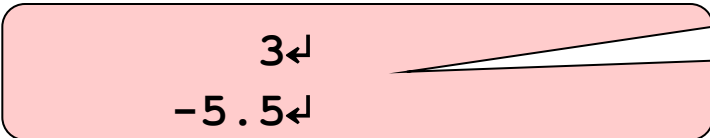
Манипуляторы – специальные методы классов ввода-вывода, предназначенные для управления операциями ввода-вывода. Они непосредственно "вставляются" в поток.

Манипуляторы бывают с параметрами и без. Для использования манипуляторов с параметрами необходимо подключить библиотеку `iomanip`:

```
#include <iomanip>
```

- 1) `setw(int n)` – устанавливает ширину поля печати `n`;
- 2) `setprecision(int n)` – устанавливает размер дробной части числа `n` (вместе с точкой);

```
int a=3; double b=-5.543;  
cout << setw(8) << a << endl;  
cout << setw(8) << setprecision(2) << b << endl;
```



```
3  
-5.5
```

Ввод с клавиатуры

Операция ввода с клавиатуры программируется как операция извлечения из потока.

Стандартный
поток ввода с
клавиатуры

```
cin >> <имя скалярной переменной или строки>;
```

Операция
извлечения из
потока

Можно вводить целые и вещественные числа, символы, строки, булевские значения: `int`, `long`, `double`, `char`, `char *`(строки) и т.д. Значения (кроме символов) следует разделять пробелами и/или маркерами перехода на следующую строку. Символы при вводе не разделяются.

Примеры ввода с клавиатуры

1) ВВОД ЧИСЕЛ:

```
int a; float b; bool c;  
cout << "Enter a, b, c: ";  
cin >> a >> b >> c;
```

```
Enter a, b, c: 3 5.1 true
```

```
Enter a, b, c:   
3  
5.1  
true
```

2) ВВОД СИМВОЛОВ:

```
char ch1, ch2;  
cout << "Enter ch1, ch2: ";  
cin >> ch1 >> ch2;
```

```
Enter ch1, ch2: ab
```

3) пропуск Enter перед вводом символов и строк:

```
cin >> n;  
cin.ignore(2, '\n');
```

```
Enter n: 4
```

1.5 Операции

- **Арифметические:**

- + – сложение;

- – вычитание;

- * – умножение;

- / – деление – результат – вещественное, если хотя бы одно из чисел – вещественное, результат – целое, если делимое и делитель – целые,

- % - остаток от деления целых чисел.

- **Логические: ! (не), && (и), || (или).**

- **Логические поразрядные:**

- (не), & (и), | (или), ^ (исключающее или).

- **Отношения:**

- <, >, <=, >=, == (равно), != (неравно).

Операции (2)

- **Сдвиги:**

<идентификатор> >> <идентификатор> - сдвиг вправо,
<идентификатор> << <идентификатор> - сдвиг влево.

- **Порядковые:**

++<идентификатор>, <идентификатор>++ (следующее);
--<идентификатор>, <идентификатор>-- (предыдущее).

- **Присваивания:**

= += -= *= /= %= &= ^= |= <<= >>=

- **Условная:**

<Выражение1>?<Выражение2>:<Выражение3>

Приоритет операций

1. () [] -> :: .
2. ! (не) + - ++ -- &(адрес) *(указатель) sizeof new delete
3. .* ->*
4. * / %
5. + - (бинарные)
6. << >>
7. < <= > >=
8. == !=
9. &(поразрядное и)
10. ^(исключающее или)
11. |(поразрядное или)
12. &&
13. ||
14. ?:
15. = *= /= %= += -= &= ^= |= <<= >>=
16. ,

1.6 Выражение

Формат составного выражения:

<Выражение1>[,<Выражение2>,...[,<Выражение n>]....]

Примеры:

а) `int a=10, b=3; float ret; ret=a/b;`

ret=3

б) `c=1; b=c++;`

b=1, c=2

в) `c=1; sum=++c;`

c=2, sum=2

г) `c = a << 4;`

эквивалентно `c=a*16;`

д) `a+=b;`

эквивалентно `a=a+b;`

е) `a=b=5;`

эквивалентно `b=5; a=b;`

ж) `c=(a=5, b=a*a);`

эквивалентно `a=5; b=a*a; c=b;`

з) `a=(b=s/k)+n;`

эквивалентно `b=s/k; a=b+n;`

и) `c=(a>b)?a:b;`

если `a>b`, то `c=a`, иначе `c=b`

1.7 Блок операторов

Блок операторов используется в конструкциях ветвления, выбора и циклов, предусматривающих один оператор.

Формат:

```
{ <Оператор>;... <Оператор>;}
```

Пример:

```
{  
    f = a + b;  
    a += 10;  
}
```

Точка с запятой в отличие от Паскаля является частью оператора, а потому не может опускаться перед фигурной скобкой.

1.8 Оператор условной передачи управления

`if (<Выражение> <Оператор;> [else <Оператор;>]`

Примеры:

а) `if (!b)`

```
    cout<<"с - не определено"<<endl; // если b=0, то – ошибка,  
    else {c=a/b; cout<<"с="<<c<<endl); } // иначе - выводится с.
```

б) `if ((c=a+b) !=5) c+=b;`

```
    else c=a;
```

в) `if ((cin>>ch, ch=='q')` // если в ch введено q,

```
    cout<<"Программа завершена. " << endl; // то ...  
    else cout<<"Продолжаем работу... " << endl; // иначе ...
```

г) `ch='a';`

```
    if ((oldch=ch, ch='b')== 'a') cout<<"Это символ 'a'\n";  
    else cout<<"Это символ 'b'\n";
```

1.9 Оператор выбора

```
switch (<выражение>
{
    case <элемент>: <операторы;>
    case <элемент>: <операторы;>
        ...
    [ default : <операторы;>]
}
```

Пример:

```
switch (n_day)
{ case 1:
  case 2:
  case 3:
  case 4:
  case 5: cout << "Go work!" << endl; break;
  case 6: cout << "Clean the yard and";
  case 7: cout << "relax!" << endl;
}
```

1.10 Операторы циклов

1. Оператор цикла while

while (<Выражение>) <Оператор>

Пример **Ex1_02**. Вычислить при $x > 1$ сумму ряда $S=1+1/x-1/x^2+1/x^3-\dots$ с точностью ξ .

```
#include <stdio.h>
#include <math.h>
int main(int, char**)
{
    double s, r, x, eps;
    puts("Input x, eps:");
    scanf("%lf %lf", &x, &eps);
    if (x <= 1) puts("Error.");
    else
    {
        s = 1;    r = 1 / x;
        while (fabs(r) > eps) {s += r;    r = -r / x;}
        printf("Result= %lf.\n", s);
    }
}
```

2. Оператор цикла for

`for (<Выражение1>;<Выражение2>;<Выражение3>)<Оператор>;`

Эквивалентно:

```
<Выражение1>
while (<Выражение2>)
    {<Оператор>;
    <Выражение3>;
    }
```

Пример **Ex1_03**. Вычислить сумму первых десяти натуральных чисел.

```
#include <iostream>
using namespace std;

int main()
{ int i,s;
  for (i=1,s=0;i<=10;i++) s+=i;
  cout << "Sum=" << s << endl;
  return 0;
}
```

3. Оператор цикла do ... while

do <Оператор > while (<Выражение>) ;

Пример. Игнорировать ввод значения, выходящего за пределы заданного интервала.

```
do {  
    cout<<"Enter a in ["<<low<<" , "<<high<<" ]\n";  
    cin >> a;  
}  
while (a<low || a>high);
```

1.11 Неструктурные операторы передачи управления

1. Оператор безусловного перехода goto

`goto <Метка перехода>;`

Пример:

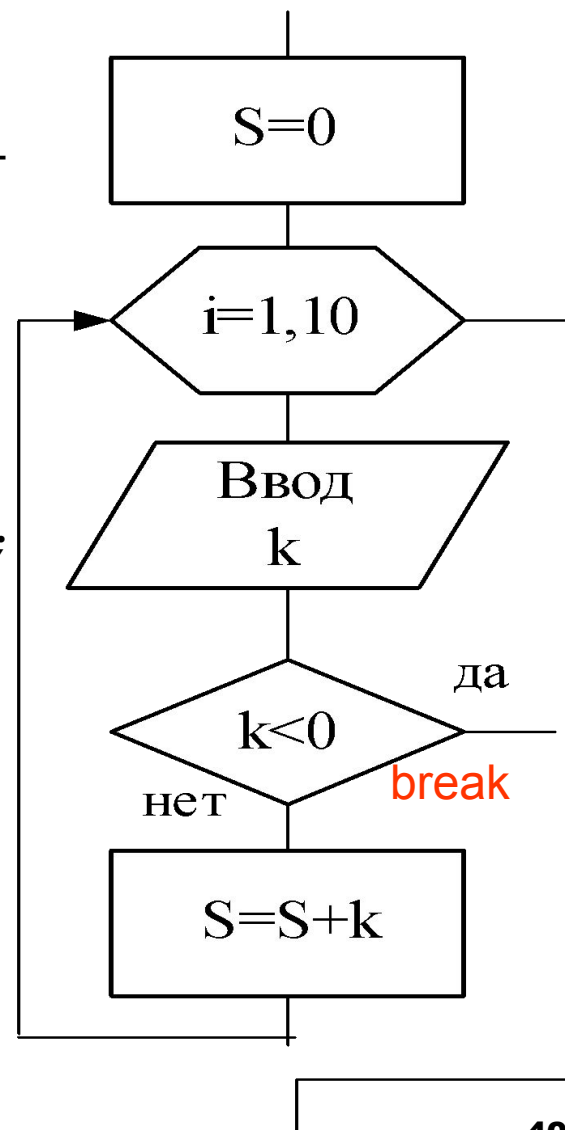
```
again: x=y+a;  
      ...  
      goto again;
```

2. Оператор досрочного завершения break

break;

Пример Ex1_04. Суммирование до 10 чисел вводимой последовательности. При вводе отрицательного числа работа программы завершается.

```
#include <iostream>
using namespace std;
int main()
{   int s=0,k;
    cout<<"Input up to 10 numbers."<<endl;
    for (int i=1; i<11; i++)
    {
        cin >> k;
        if (k < 0) break;
        s+=k;
    }
    cout << "Result =" << s << endl;
    return 0;
}
```

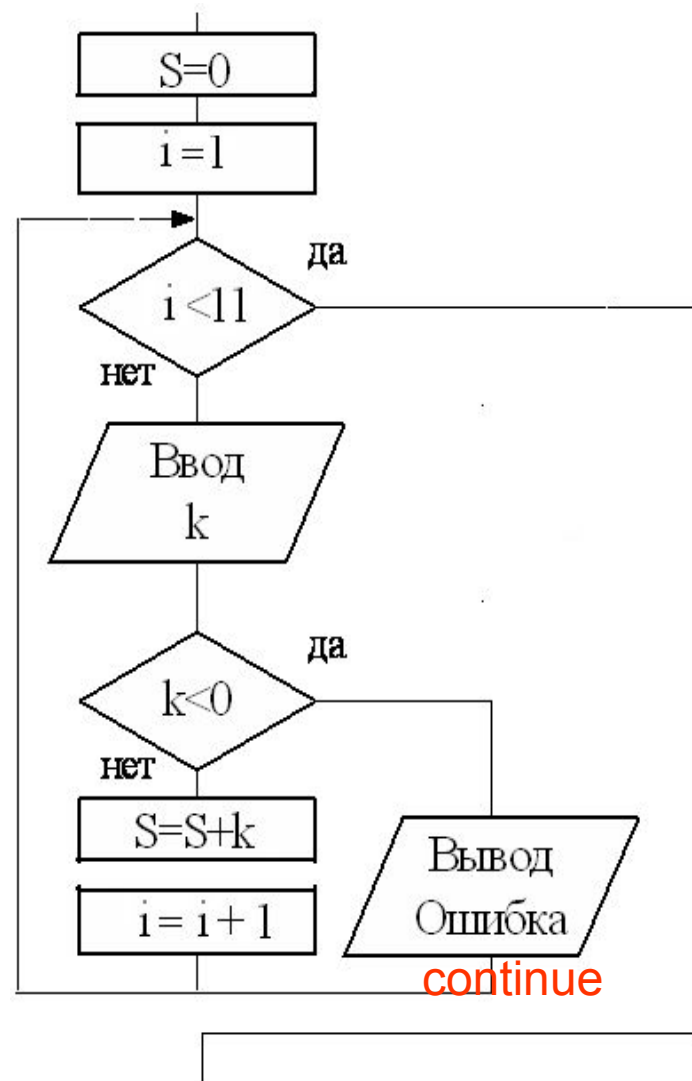


3. Оператор продолжения continue

continue;

Пример Ex1_05. Программа суммирует 10 целых положительных чисел.

```
#include <iostream>
using namespace std;
int main()
{ int s=0,i=1,k;
  cout <<"Enter 10 numbers." << endl;
  while(i<11)
  { cin >> k;
    if (k<0){ cout<<"Error."<<endl;
              continue;
            }
    s+=k; i++;
  }
  cout << "Result =" << s << endl;
  return 0;
```



Пример Ex1_06. Вывод таблицы кодов

```
#include <iostream>
using namespace std;
int main()
{   int i,i1,in,c;
    cout<<"Enter first and last values."<<endl;
    cin >> i1 >> in;
    cout<<"Enter number of colons: " << endl;
    cin >> c;
    for(i=i1;i<=in;i++)
        if (i<in)
            cout << i << "- " << (char)i <<
                (char)((i-i1+1)%c!=0?' ':'\n');
        else cout << i << "- " << (char) i << '.' << endl;
    return 0;
}
```

32- 33-! 34-" 35-#;
36-\$ 37-% 38-& 39-'.