

Введение

Прикладное программирование

кафедра
прикладной и компьютерной оптики

Список литературы

- Дейтел, Дейтел. Как программировать на C++: Пятое издание. М.: Издательство «Бином-Пресс», 2008. -1456с.
- Страуструп Б. Язык программирования C++ / Б. Страуструп. – СПб.: "Невский диалект", М.: Бином, 2008. – 1104 с.
- Мейерс С. Эффективное использование C++. 50 рекомендаций по улучшению ваших программ и проектов - М.: ДМК Пресс, 2000. -240с.
- Мейерс С. Наиболее эффективное использование C++. 35 новых рекомендаций по улучшению ваших программ и проектов - М.: ДМК Пресс, 2000. -304с.
- Мейерс С. Эффективное использование STL. Библиотека программиста. - СПб.: Питер, 2002. - 224 с.
- книги на диске example
- электронный учебник на сайте кафедры

ОСНОВЫ ЯЗЫКА C++

Прикладное программирование

кафедра
прикладной и компьютерной оптики

Пример программы, выводящей текст на экран (пример 1)

```
////////////////////////////////////  
// подключение библиотеки ввода-вывода  
#include <iostream>  
// подключение стандартного пространства имен для использования библиотек  
using namespace std;  
  
////////////////////////////////////  
// исполнение программы всегда начинается с функции main  
void main()  
{  
    // вывод текста на экран  
    cout<<"Welcome to C++!"<<endl;  
    cout<<"Welcome"<<endl<<"to"<<endl<<"C++!"<<endl;  
}  
////////////////////////////////////
```

Пример программы, выводящей текст на экран (пример 1)

- **Директивы препроцессору**

- Подробное описание других функций стандартной библиотеки приводится в [главе 2](#).

- **Ввод и вывод на экран**

- Подробное описание стандартной библиотеки ввода-вывода приводится в [разделе 2.2](#).

- **Комментарии**

```
/* многострочный  
комментарий */
```

```
c++; // однострочный комментарий до конца строки
```

- **Функции**

- Подробно работа с функциями рассматривается в [разделе 1.9](#).
- Полный список ключевых слов языка C++ приведен в [приложении 3](#).

Пример программы сложения целых чисел (пример 2)

```
////////////////////////////////////  
// подключение библиотеки ввода-вывода  
#include <iostream>  
// подключение стандартного пространства имен для использования библиотек  
using namespace std;  
  
////////////////////////////////////  
// функция main начинает исполнение программы  
void main()  
{  
    // объявления переменных  
    int number1, number2;  
    int sum=0;  
  
    cout<<"Enter first integer: "; // запросить данные  
    cin>>number1; // прочитать первое число в number1  
  
    cout<<"Enter second integer: "; // запросить данные  
    cin>>number2; // прочитать второе число в number2  
  
    sum = number1 + number2; // сложить числа; записать сумму в sum  
  
    cout<<"Sum is "<<sum<<endl; // вывести сумму  
}  
////////////////////////////////////
```

Переменные и их объявление

- **Переменная** – это место в памяти компьютера, где может сохраняться некоторое значение для использования его в программе.
 - полный список основных типов данных приведен в [приложении 2](#)
- **Идентификатор** – это последовательность символов, состоящая из латинских букв, цифр и символов подчеркивания (_), обозначающая имена переменных

```
i      // обычно целая переменная цикла
count  // количество
COUNT // другая переменная
buff_size // составное (из 2 слов) имя с символом _
g374    // непонятно
_foo    // плохо
if      // не может быть идентификатором, т.к. это ключевое слово
374q    // не может начинаться с цифры
```

Объявление и инициализация переменных

- Объявление переменной - определение ее типа
- Инициализация переменной - присваивание ей первоначального значения

```
int i; // объявление и определение типа (declaration)
i=1;   // инициализация (initialization)
```

```
int j=1; // объявление, определение и инициализация
int i=0,j; // объявление нескольких переменных
```

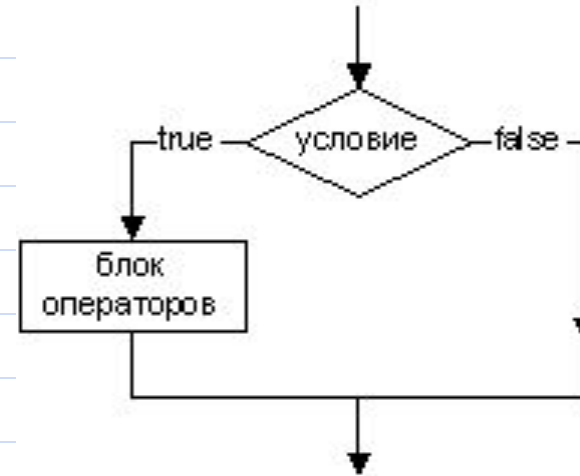
```
// В операторах вывода можно производить вычисления
cout<<"Sum is "<<number1 + number2<<endl;
```


Арифметические операторы

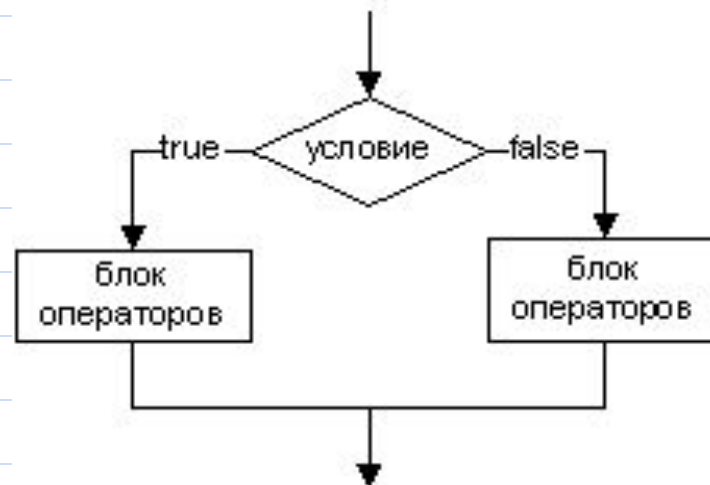
- Примеры арифметических операций (пример 3)
- Арифметические операторы
 - **бинарные** - в выражении участвуют два операнда, например $x=a+b$
 - **унарные** - в выражении участвует один операнд, например $x=-a$
- Круглые скобки используются для группировки выражений таким же образом, как в алгебраических выражениях
$$a * (b+c)$$
- Полный список арифметических операций и таблица их старшинства приведена в приложении 1.

Условные конструкции

```
if (условие)
{
    блок операторов;
}
```



```
if (условие)
{
    блок операторов 1;
}
else
{
    блок операторов 2;
}
```

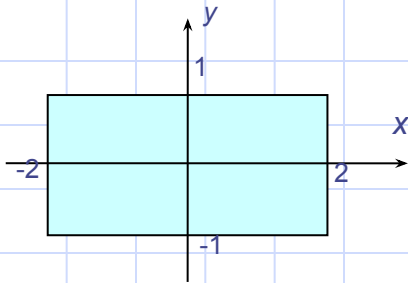


Пример условных конструкций

```
////////////////////////////////////  
// функция main начинает исполнение программы  
void main()  
{  
    // объявление переменных  
    int x,y;  
  
    cout<<"Enter two integers to compare: "; // запросить ввод  
    cin>>x>>y; // прочитать два введенных числа  
  
    if(x == y) // число x равно числу y ?  
        cout<<x<<" == "<<y<<endl;  
    if(x != y) // число x не равно числу y ?  
        cout<<x<<" != "<<y<<endl;  
    if(x < y) // число x меньше числа y ?  
        cout<<x<<" < "<<y<<endl;  
    if(x > y) // число x больше числа y ?  
        cout<<x<<" > "<<y<<endl;  
    if(x <= y) // число x меньше либо равно числу y ?  
        cout<<x<<" <= "<<y<<endl;  
    if(x >= y) // число x больше либо равно числу y ?  
        cout<<x<<" >= "<<y<<endl;  
}
```

Логические выражения

- Логическое выражение может принимать два значения:
 - true (истинно)
 - false (ложно)
- Пример попадания точки с координатами x, y в прямоугольник (пример 5):



- Логические операции:
 - && – логическое И
 - || – логическое ИЛИ
 - ! – логическое НЕ

Логические операции И, ИЛИ, НЕ

- Математическая запись условия, что координата x лежит внутри прямоугольника:
 - $-1 < x < 1$
- Запись на C++:
 - $x < 2 \ \&\& \ x > -2$
 - или $(x < 2) \ \&\& \ (x > -2)$
- x НЕ внутри прямоугольника
 - $(x > 2) \ || \ (x < -2)$
 - или $! ((x < 2) \ \&\& \ (x > -2))$

выражение 1	выражение 2	(выражение 1) && (выражение 2)	(выражение 1) (выражение 2)
true	true	true	true
true	false	false	true
false	true	false	true
false	false	false	false

Типичные ошибки в написании условий

```
////////////////////////////////////
```

```
if (x=1) // неправильно! выполняется всегда!
```

```
{
    y=x+3;
    z=y*5;
}
```

```
////////////////////////////////////
```

```
if (x==1) ; // неправильно! выполняется всегда!
```

```
{
    y=x+3;
    z=y*5;
}
```

```
////////////////////////////////////
```

```
if (x==1) // неправильно!
```

```
    y=x+3;
    z=y*5;
```

```
if (x==1)
{
    y=x+3;
    z=y*5;
}
```

```
if (x==1)
{
    [пустой оператор];
}
y=x+3;
z=y*5;
```

```
if (x==1)
{
    y=x+3;
}
z=y*5;
```

Вложенные условия

- Пример вложенного условия

```
if ( x > 5 )
{
    if ( y > 5 )
        cout<<"x and y are > 5";
}
else
    cout<<"x is <= 5";
```

- Неправильное написание:

```
if( x > 5 )
    if( y > 5 )
        cout<<"x and y are > 5";
else
    cout<<"x is <= 5";
```

```
if ( x > 5 )
{
    if ( y > 5 )
    {
        cout<<"x and y are > 5";
    }
else
{
    cout<<"x is <= 5";
}
```

Арифметический логический оператор

`переменная = условие ? значение1 : значение2;`

- Пример:

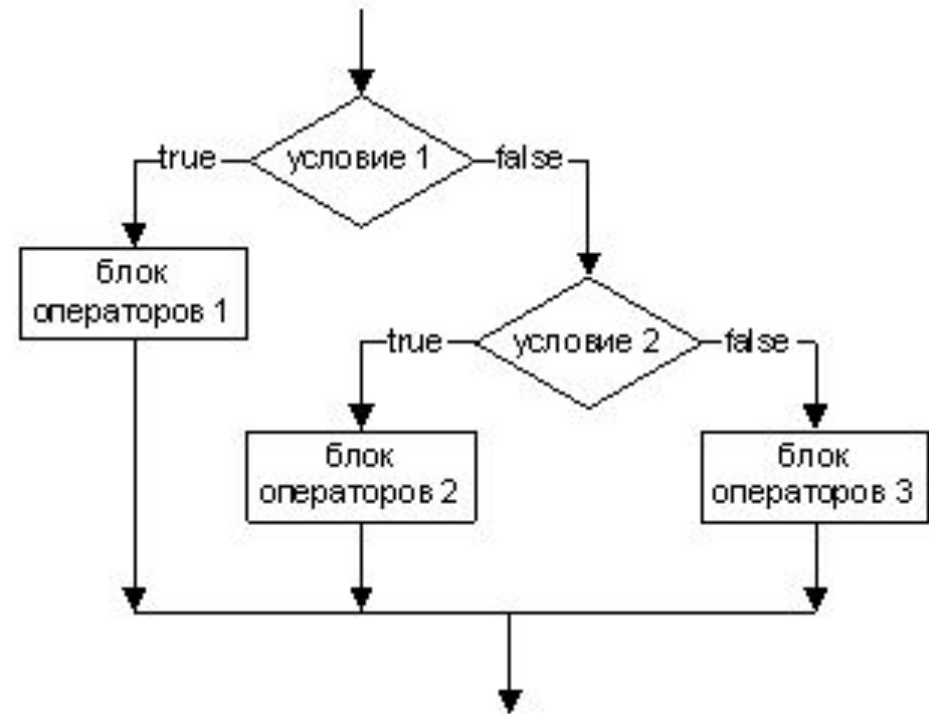
```
int i=3;
int j=(i>0) ? 1 : -1; // j=1
```

- То же, что:

```
if(i>0)
{
    j=1;
}
else
{
    j=-1;
}
```

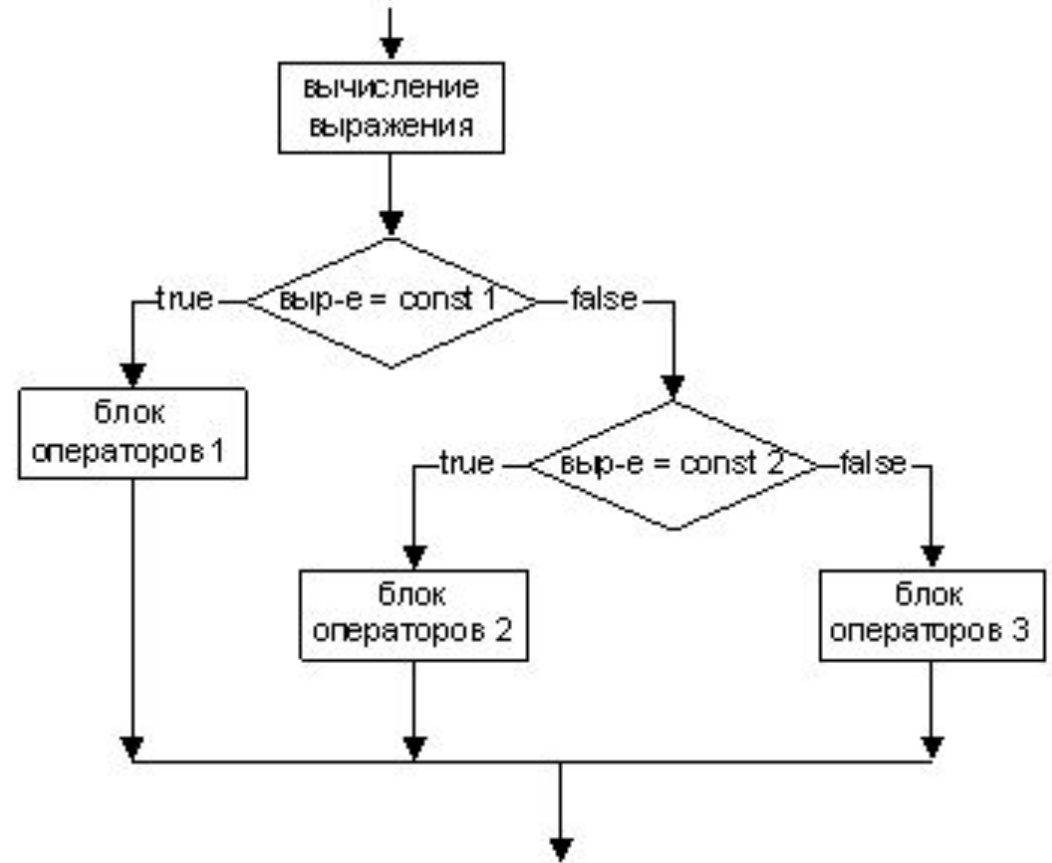

Селективные конструкции (if)

```
if (условие)
{
    блок операторов;
}
else if (условие)
{
    блок операторов;
}
else
{
    блок операторов;
}
```



Селективные конструкции (switch)

```
switch(переменная)
{
  case целая константа 1:
  {
    блок операторов;
    break;
  }
  case целая константа 2:
  {
    блок операторов;
    break;
  }
  default:
  {
    блок операторов;
  }
}
```



Примеры

- Пример определения оценки в зависимости от количества баллов (пример 6)
 - условия проверяются последовательно
 - если ни одно из условий не выполнено, выполняется блок else
 - если пропустить последний блок else – возможна ситуация когда ни одно из условий не выполнится.
- Пример меню с выбором действия (пример 7)
 - Каждое действие выполняется в зависимости от значения некоторого целого значения, которое может принимать переменная или выражение, проверяемое в операторе switch

Селективные конструкции (сравнение if и case)

```
switch(menu_number)
{
    case 1:
    {
        cout<<"a+b="<<a+b<<endl;
        break;
    }
    case 2:
    {
        cout<<"a-b="<<a-b<<endl;
        break;
    }
    case 3:
    {
        cout<<"a*b="<<a*b<<endl;
        break;
    }
    case 4:
    {
        cout<<"a/b="<<a/b<<endl;
        break;
    }
    default:
    {
        cout<<"Wrong menu item"<<endl;
    }
}
```

```
if(menu_number==1)
{
    cout<<"a+b="<<a+b<<endl;
}
else if(menu_number==2)
{
    cout<<"a-b="<<a-b<<endl;
}
else if(menu_number==3)
{
    cout<<"a*b="<<a*b<<endl;
}
else if(menu_number==4)
{
    cout<<"a/b="<<a/b<<endl;
}
else
{
    cout<<"Wrong menu item"<<endl;
}
```

Селективные конструкции (сравнение if и case 2)

```
switch(menu_number)
{
    case 1:
    {
        cout<<"a+b="<<a+b<<endl;
    }
    case 2:
    {
        cout<<"a-b="<<a-b<<endl;
        break;
    }
    case 3:
    {
        cout<<"a*b="<<a*b<<endl;
        break;
    }
    case 4:
    {
        cout<<"a/b="<<a/b<<endl;
        break;
    }
    default:
    {
        cout<<"Wrong menu item"<<endl;
    }
}
```

```
if(menu_number==1)
{
    cout<<"a+b="<<a+b<<endl;
}
else if(menu_number==1|| menu_number==2)
{
    cout<<"a-b="<<a-b<<endl;
}
else if(menu_number==3)
{
    cout<<"a*b="<<a*b<<endl;
}
else if(menu_number==4)
{
    cout<<"a/b="<<a/b<<endl;
}
else
{
    cout<<"Wrong menu item"<<endl;
}
```

Циклы `while` и `do ... while`

- Оператор цикла позволяет программисту определить действие, которое должно повторяться, пока некоторое условие остается истинным
- Пример возведения в степень в цикле (пример 8)
 - значения `product`: 4, 8, 16, 32, 64, 128
 - Если не предусмотреть в теле оператора `while` действия, которое делает условие в `while` ложным, получается бесконечный цикл, в котором повторение никогда не заканчивается
- Перепишем пример 8 с использованием цикла `do...while`

Цикл с постусловием do...while

```
////////////////////////////////////  
/  
// функция main начинает исполнение программы  
void main()  
{  
    // описание переменных  
    int product = 2;  
    // оператор цикла с предусловием  
    do  
    {  
        product = product * 2;  
        cout<<"product="<<product<<endl;  
    }while (product <= 100);  
}  
////////////////////////////////////  
/
```

- Результат такой же, как у цикла с предусловием - 4, 8, 16, 32, 64, 128
- Чтобы увидеть разницу между циклом с предусловием и постусловием, изменим примеры следующим образом:

Циклические конструкции (сравнение `while` и `do ... while`)

```
// описание переменных
int product = 128;
// оператор цикла с предусловием
while(product <= 100)
{
    product = product * 2;
    cout<<"product="<<
        product<<endl;
}
cout<<"result product="<<
    product<<endl;
```

- результат:

```
result product=128
```

```
// описание переменных
int product = 128;
// оператор цикла с постусловием
do
{
    product = product * 2;
    cout<<"product="<<
        product<<endl;
} while(product <= 100);
cout<<"result product="<<
    product<<endl;
```

- результат:

```
256
result product=256
```

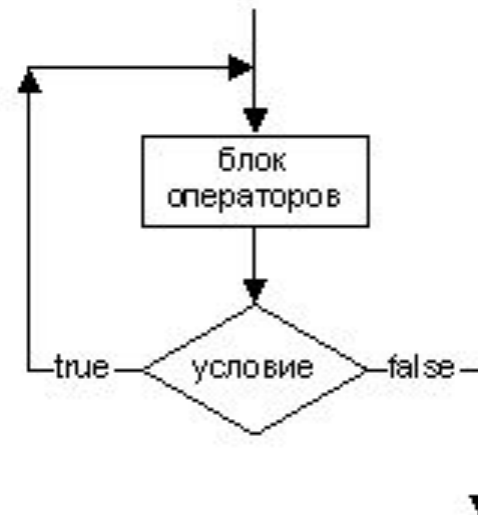
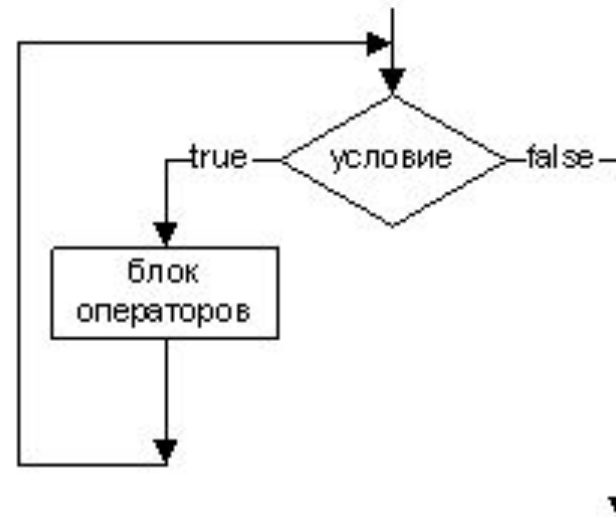

Циклические конструкции

- Цикл с предусловием

```
while (условие)  
{  
    блок операторов;  
}
```

- Цикл с постусловием

```
do  
{  
    блок операторов;  
} while (условие);
```



Пошаговый цикл for

- Пошаговый цикл for позволяет выполнять блок операторов, заключенный в фигурные скобки задуманное количество раз.
- Пример работы оператора for - вычисление суммы чисел (пример 9)

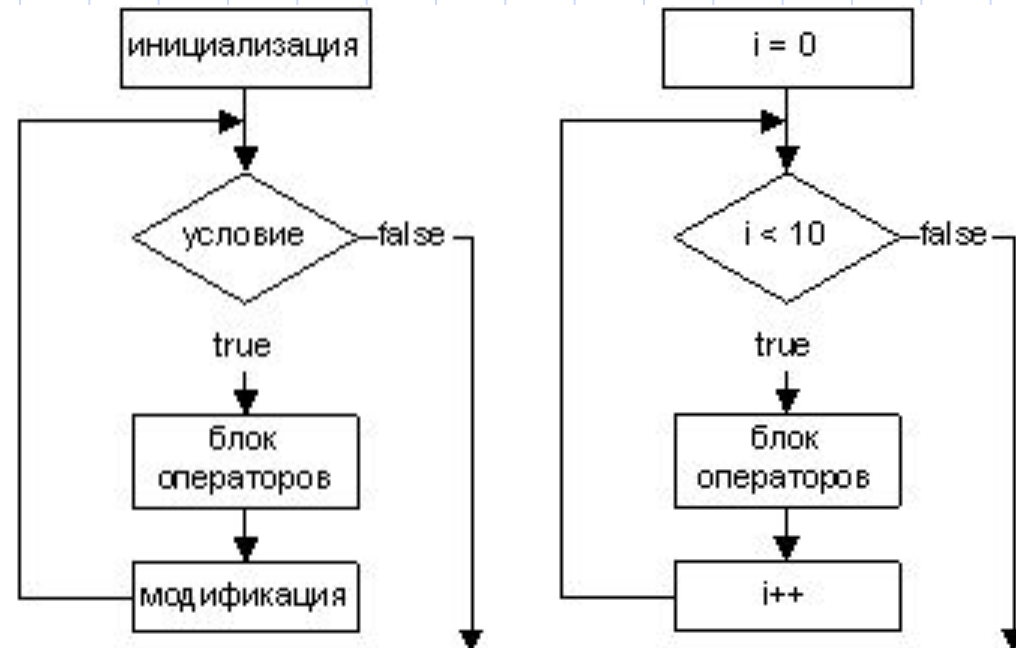
Пошаговый цикл

- Пошаговый цикл

- Инициализация задает начальное значение счетчику цикла,
- Условие определяет до каких пор цикл продолжает выполняться
- Приращение модифицирует счетчик цикла

```
for (инициализация; условие; модификация)
{
    блок операторов;
}
```

```
for (int i=0; i<10; i++)
{
    x*=i;
}
```



Пошаговый цикл

- Переменная-счетчик должна иметь целочисленный тип данных
- Если переменная была объявлена в цикле, то по завершении цикла эта переменная будет уничтожена
 - Область действия переменной определяет, где в программе она может использоваться
- оператор for можно представить эквивалентным оператором while:

```
while ( условие )  
{  
    блок операторов;  
    приращение;  
}
```

Примеры пошагового цикла

- Еще несколько примеров заголовков цикла:
 - изменение управляющей переменной от 1 до 100 с шагом 1:
`for(int i = 1; i <= 100; i++)`
 - изменение управляющей переменной от 100 до 1 с шагом -1 (уменьшение на 1):
`for(int i = 100; i > 0; i--)`
 - изменение управляющей переменной от 7 до 77 с шагом 7:
`for(int i = 7; i <= 77; i += 7)`
 - изменение управляющей переменной от 20 до 2 с шагом -2:
`for(int i = 20; i >= 2; i -= 2)`
 - изменение управляющей переменной в последовательности: 2, 5, 8, 11, 14:
`for(int j = 2; j <= 20; j += 3)`
 - изменение управляющей переменной в последовательности: 99, 88, 77, 66, 55, 44, 33, 22, 11, 0:
`for(int j = 99; j >= 0; j -= 11)`

Выражения инициализации и приращения и условия

- Выражения инициализации и приращения могут быть списками выражений, разделенных запятыми:

```
for(int x=0, y=0; x<10; x++, y++)
```

- Все три выражения в операторе for являются необязательными, например:

```
for(int i=0; i < 100; i++)
```

- можно записать:

```
int i=0;
for( ; ; )
{
    if(i>=100)
        break;
    i++;
}
```

Операторы **break** и **continue**

- Когда оператор **break** исполняется в операторе `while`, `for`, `do... while` или `switch`, происходит немедленный выход из цикла (или `switch`)
- Исполнение оператора **continue** в операторе `while`, `for` или `do... while` вызывает пропуск оставшейся части тела оператора и переход к следующей итерации цикла
- Пример вычисления факториала ([пример 10](#))

Использование функций библиотеки STL

- Использование функций библиотеки STL (пример 11)
 - функция `pow()` возводит число **3.14** в квадрат и присваивает полученный результат переменной `power`, где `pow` - имя функции; числа `3.14` и `2` — аргументы функции. В качестве аргументов функции может быть число или переменная соответствующего типа.
 - Аргументы перечисляются в скобках после имени функции, если аргументов несколько, то они отделяются друг от друга запятыми.

Определение функции

- Определение (реализация) функции

```
возвращ.тип имя (список аргументов с типами)
{
    инструкции
    return возвращ.знач.;
}
```

- например:

```
double plus(double x, double y)
{
    return x+y;
}
```

- Тип возвращаемого значения может быть целым, вещественным, и т.д., кроме того, функция может не возвращать никакого значения - тип void.

```
void print_value(double res)
{
    cout<<"result is: "<<res<<endl;
}
```

- Оператор return является обязательным только для функции, возвращающей значение

Объявление функции

- Объявление функции (прототип функции)

возвращ.тип имя (список аргументов с типами);

- например:

```
double plus(double x, double y);
```

- Прототипы обычно помещаются в отдельный заголовочный (header) файл или в начале файла
- Компилятор сверяется с прототипом функции, для проверки соответствия:
 - количества аргументов
 - типы аргументов
 - тип возвращаемого значения
- Каждый аргумент должен быть совместим с типом соответствующего параметра. Например, параметр типа double может принимать значения 7.35, 22 или -0.03456, но не строку (например "hello")

Обращение к функции

- **Обращение к функции (вызов функции)**

имя (список аргументов);

- например:

```
double a, b, c;
```

```
a=plus(b, c);
```

- Каждому параметру в определении функции (**формальный параметр функции**) должен соответствовать один аргумент в вызове функции

- **Пример функции (пример 12)**

- функция сложения двух чисел
- функция печати числа на экран
- Значение функции plus можно присвоить какой-то переменной, или использовать прямо при вызове другой функции или при использовании оператора cout

Автоматическое размещение данных

- Память зарезервирована в exe-модуле

- Определение Объявление = инициализация;

```
int i=1; //тип переменная=значение
```

- Время жизни

- **глобальное** – в течение работы программы с переменной ассоциирована область памяти и обратиться к ней можно из любой точки программы
 - **статическое** – в течении работы программы с переменной ассоциирована область памяти, но обратиться к ней можно только из определенных точек программы
 - **локальное** – при каждом входе в блок {} для хранения переменной выделяется область памяти при выходе освобождается и теряет свое значение

```
// b не существует
```

```
if(a>0)
```

```
{
```

```
    int b=1;
```

```
}
```

```
// b не существует
```

Классы памяти

- **extern** - внешний (глобальный)
 - переменная глобальна для всех функций и доступна в любой точке программы
- **static** – статический
 - сохраняет предыдущее значение при повторном входе в блок { }
- **auto** – автоматический (по умолчанию)
 - при входе в блок { } память распределяется, а при выходе из блока память освобождается, значения теряются
- Переменные явно не инициализированные программистом
 - **extern** и **static** устанавливаются системой в нуль.
 - **auto** не инициализируется и может содержать "мусор".
- **const** - переменная инициализируется один раз после объявления и ее значение не модифицируемое

```
const double pi=3.141593;
```

Ссылки

- **Ссылка (reference)** – это переменная особого вида, которая представляет собой альтернативное имя переменной (псевдоним)
 - ссылку нельзя объявить без инициализации

```
int i=1;
int& r=i; // r - новое альтернативное имя переменной i

int x=r; // x=1
r=2;     // i=2

r++; // чему равно значение переменных r и i ?
```

Указатели

```
int i=1; //тип переменная=значение
```

- Указатель (pointer) - это переменная особого вида предназначенная для хранения адреса объекта
 - Диапазон значений: положительные целые числа или null (0)
 - занимает 32 бита (4 байта)
- Объявление указателя

```
int *p;
```

- означает, что переменная p имеет тип int * (т.е. указатель на int) и указывает на объект типа int

```
double *xPtr, *yPtr;
```

адрес ячейки	байт памяти
.....
0x00A0	00000000
0x00A1	00000000
0x00A2	00000000
0x00A3	00000001
0x00A4
.....

Указатели

- Присваивание указателя

```
int i=1; // объявление целой переменной i
int *p; // объявление переменной типа указатель,
        // т.е. значение по адресу p является целым числом
p=&i; // p=0x00A0 (оператор получения адреса)
```

- Операция разыменования (*)

- получение значения переменной хранящейся по указанному адресу

```
int i=1; // объявление целой переменной i
int *p ; // объявление переменной типа указатель,
        // т.е. значение по адресу p является целым числом
p=&i; // p=0x00A0 (оператор получения адреса)
int t=*p+1; // эквивалентно t=i+1;
p++; // прибавляем 1 к указателю - переходим к
     // следующей ячейке памяти с другой переменной
```

* - значение переменной по адресу

& - адрес переменной

Передача параметров в функцию по ссылке и указателю

- **Передача по значению (call by value)**
 - в вызываемой функции создается копия аргумента
 - изменения копии внутри функции не влияют на значение исходной переменной вызывающей функции
- **Передача по указателю (call by pointer)**
 - передаются указатели на переменные, в которых хранятся значения
 - в вызывающей функции значения тоже изменяются
- **Передача по ссылке (call by reference)**
 - передаются ссылки (псевдонимы) на переменные
 - в вызывающей функции значения тоже изменяются

Стандартная библиотека C++

Прикладное программирование

кафедра
прикладной и компьютерной оптики

Состав стандартной библиотеки C++

- Ввод/вывод
 - см. электронный учебник, раздел 2.2
- Математические функции
(комплексные числа, случайные числа)
 - см. электронный учебник, раздел 2.4
- Строковый тип данных и форматные преобразования
 - см. электронный учебник, раздел 2.3
- Работа со временем и датой
 - Контейнеры, итераторы, обобщенные алгоритмы